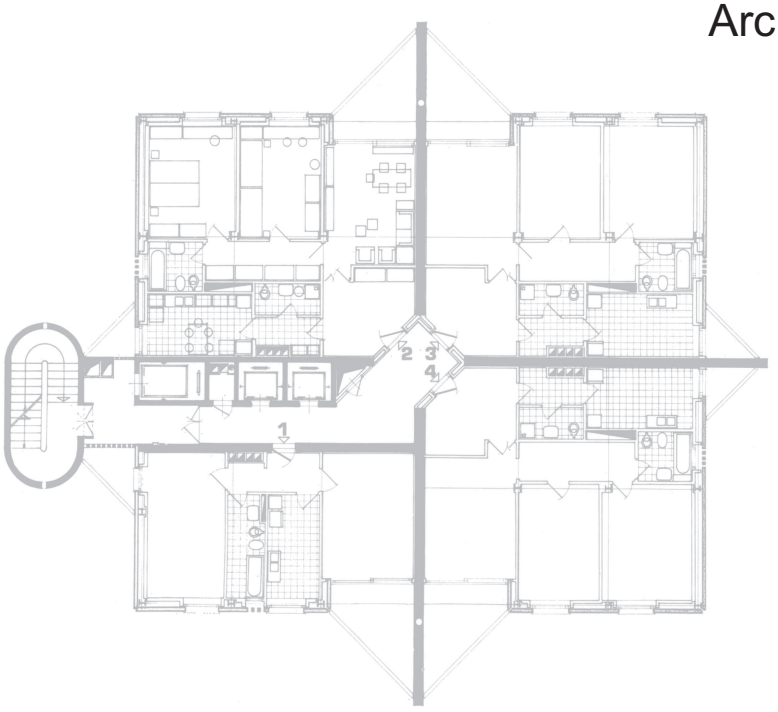
Ing. Antonio Migliasso

Un esempio di edilizia residenziale industrializzata a Milano

Bertola&Sgrelli
Architettura

Via della Moscova 40/4
20121 Milano,
Telefono 665176



Estratto dal n. 9 (settembre 1975) della rivista «**LIPE**» l'industria italiana per l'edilizia

Un esempio di edilizia residenziale industrializzata a Milano

Le torri di Viale Fulvio Testi

Tema: appartamenti di 2-3-4 camere più cucina abitabile e doppi servizi per una Cooperativa a proprietà indivisa.
Accessori: 1 cantina e 1 box per auto per ogni appartamento; 1 locale di riunione per ogni unità edilizia.

Fig. 1
Inserimento nel tessuto urbano

Terreno: 2 aree CIMEP vincolate alla legge 167, la più estesa delle quali divisa a metà da una fascia con destinazione a verde pubblico.

Normativa: CIMEP, P.R.G., Regolamento edilizio e Regolamento di Igiene del Comune di Milano, Regolamento e norme antincendio, Norme sui vincoli della proprietà privata dal codice di navigazione aerea (servitù di volo dovuta al cono aereo dell'aeroporto di Bresso).

Progettazione: integrale e coordinata fin dall'inizio, svolta dalla SERTEC S.p.A. con un gruppo di lavoro già affiatato da lunga consuetudine alla progettazione di equipe cui si sono rapidamente ed efficacemente integrati gli apporti esterni della Direzione Lavori e dell'imprenditore.
La progettazione architettonica è dello studio Ezio Sgrelli con la consulenza dell'Arch. M.T. Bertola e la collaborazione dell'Arch. U. Vascelli Vallara.

Direzione: Consorzio «Coop. Casa Lombardia» - Ing. E. Scotti direttore dei Lavori.

Impresa di costruzioni: Consorzio fra le Cooperative di Produzione e Lavoro di Reggio Emilia.

Impostazione
Politica edilizia
Rapporto tra le «edificatrici» e «produzione e lavoro»

L'intervento in esame fa parte di un gruppo di realizzazioni di cooperative di abitazione a proprietà indivisa su aree della 167 assegnate dal Comune di Milano nel luglio 1971, e quindi prima della entrata in vigore della legge 865. Tali aree, non assoggettate al regime fissato dall'art. 35 della legge 865, venivano espropriate direttamente dalle cooperative interessate con l'assistenza tecnica del Consorzio Regionale «Coop. Casa Lombardia».

Le caratteristiche territoriali e fondiarie del lotto, nonché la sua utilizzazione in termini volumetrici, erano stati stabiliti in precedenza dal Comune attraverso un «azzonamento» che indicava le diverse destinazioni d'uso del suolo.

Pertanto la dimensione e la densità edilizia dell'intervento erano già stati fissati a monte della progettazione che vincolavano alla scelta di tipologie che consentissero di utilizzare la massima altezza prevista.

Per il finanziamento dell'opera la Cooperativa intendeva avvalersi di una promessa di finanziamento, con mutuo agevolato ai sensi della legge 291, da parte dell'istituto mutuante.

Al completamento dei piano finanziario si provvedeva in parte con anticipazione dei soci prenotatari e, per il resto, con la cassa sociale cooperativa, cioè con i denari depositati dai Soci in conto costruzioni.

Nell'ambito delle intese stabilite tra cooperazione di abitazione e cooperazione di produzione e lavoro, già nella fase progettuale la Cooperativa edificatrice si avvaleva, dopo una pre-gara di appalto, della collaborazione dei tecnici del Consorzio fra cooperative di Produzione e Lavoro di Reggio Emilia.

In tal modo i progettisti avevano l'opportunità di considerare, insieme ai problemi dell'utenza, anche quelli della produzione e potevano formulare le ipotesi economiche più rispondenti alla realtà.

Ciò consentiva, in pratica, di giungere ad un appalto a trattativa privata con un ammontare economico definito insieme dalla committente e dalla impresa esecutrice.

L'impostazione urbanistica e l'architettura

La disposizione delle torri sul terreno

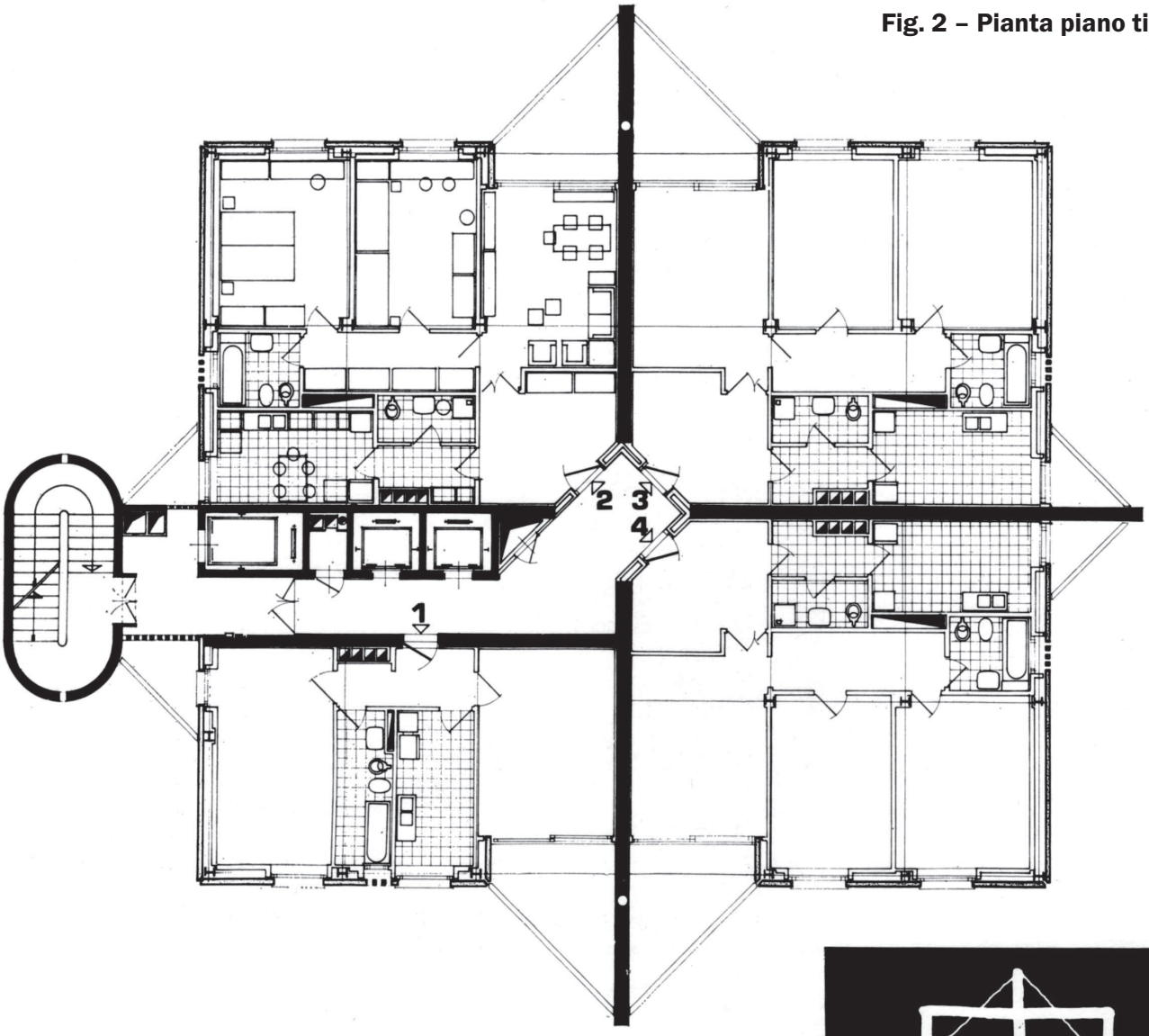
Le torri sono disposte a 45° rispetto all'allineamento del Viale Fulvio Testi. I motivi di questa scelta sono: l'orientamento (scale a Nord), una ricerca di collocazione dinamica rispetto alla lunghissima prospettiva del viale, gli ingombri sul suolo delle torri e delle autorimesse.

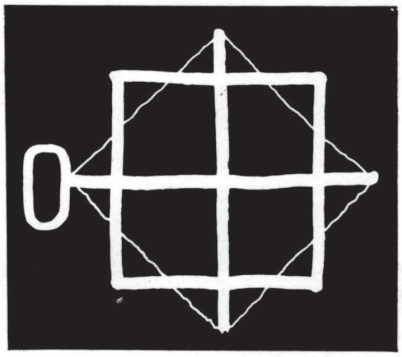
La distribuzione e la pianta

La forma della pianta è originata da un quadrato cui si sovrappone un secondo quadrato ruotato di 45° che dà luogo ai balconi. Come dimensioni la superficie risulta definita dalle norme di prevenzione antincendi, che fissa in 450 mq. l'area massima servita da una sola scala.

Il problema distributivo, quello normativo furono felicemente risolti dalla adozione di quinte in cemento armato intersecantesi a croce greca, che dividono i quadrato di base in quattro quadrati occupati, nei piani tipo, da altrettanti appartamenti; queste quinte fungono anche da

Fig. 2 – Pianta piano tipo





muro tagliafuoco, valida barriera al propagarsi di incendi, e costituiscono l'ossatura portante delle torri, integrata da una distribuzione strutturale puntiforme al perimetro; questa è realizzata in acciaio, per contenere, per quanto tecnologicamente possibile, l'ingombro, che – dati i carichi e l'altezza delle torri – sarebbe risultato notevole se realizzato in cemento armato.

La soluzione a crociera è in grado di dare anche una precisa connotazione al volume, alleggerito dalle lame uscenti dalla massa.

L'altezza delle torri fu fissata dalle prescrizioni CIMEP, che accompagnavano l'assegnazione del lotto e che limitavano l'altezza massima raggiungibile a m. 60.

Le facciate

I motivi che ci hanno portato alla scelta della soluzione a pannelli prefabbricati in cemento armato e serramenti in alluminio incorporati avevano fondamentalmente a scopo di:
– ridurre al minimo, per il futuro, gli oneri di manutenzione con una scelta di materiali poco corruttibili;
– disporre di materiali che eliminassero, al momento della costruzione, l'onere di ponteggi esterni.

Per ragioni di stretta economia i

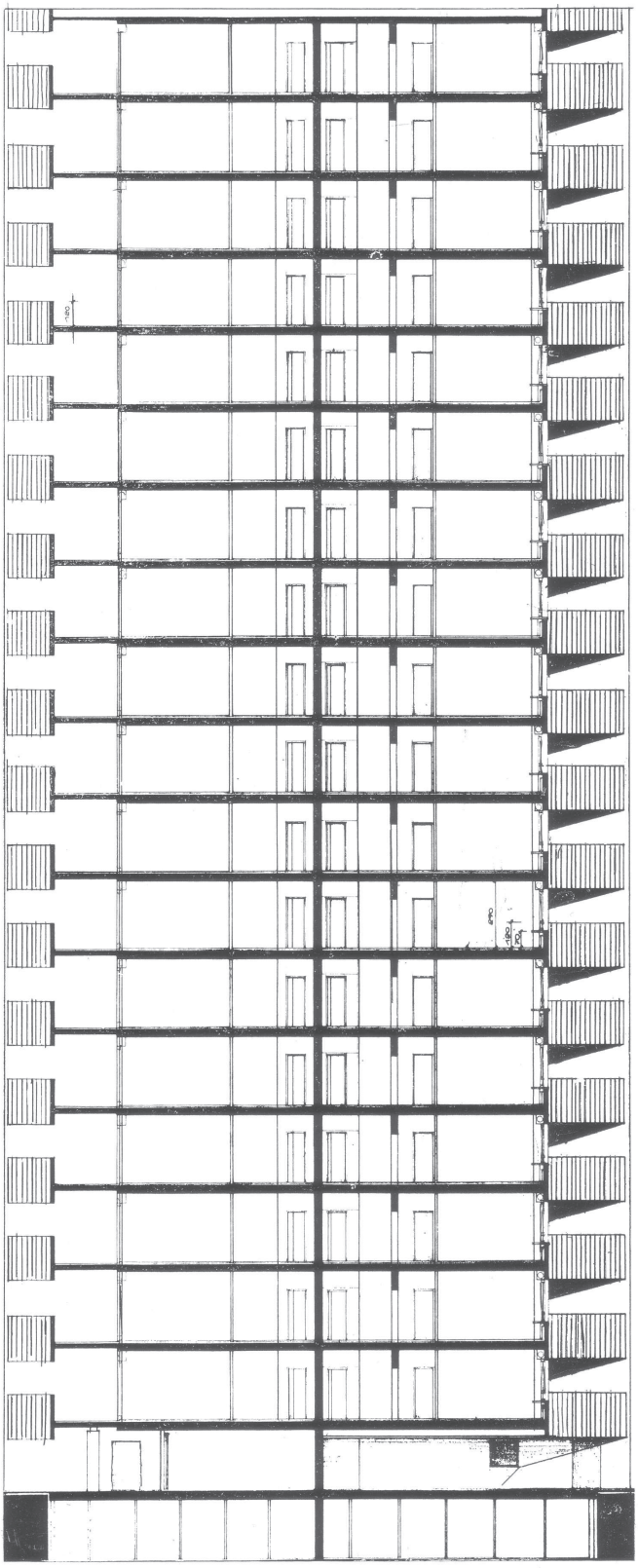
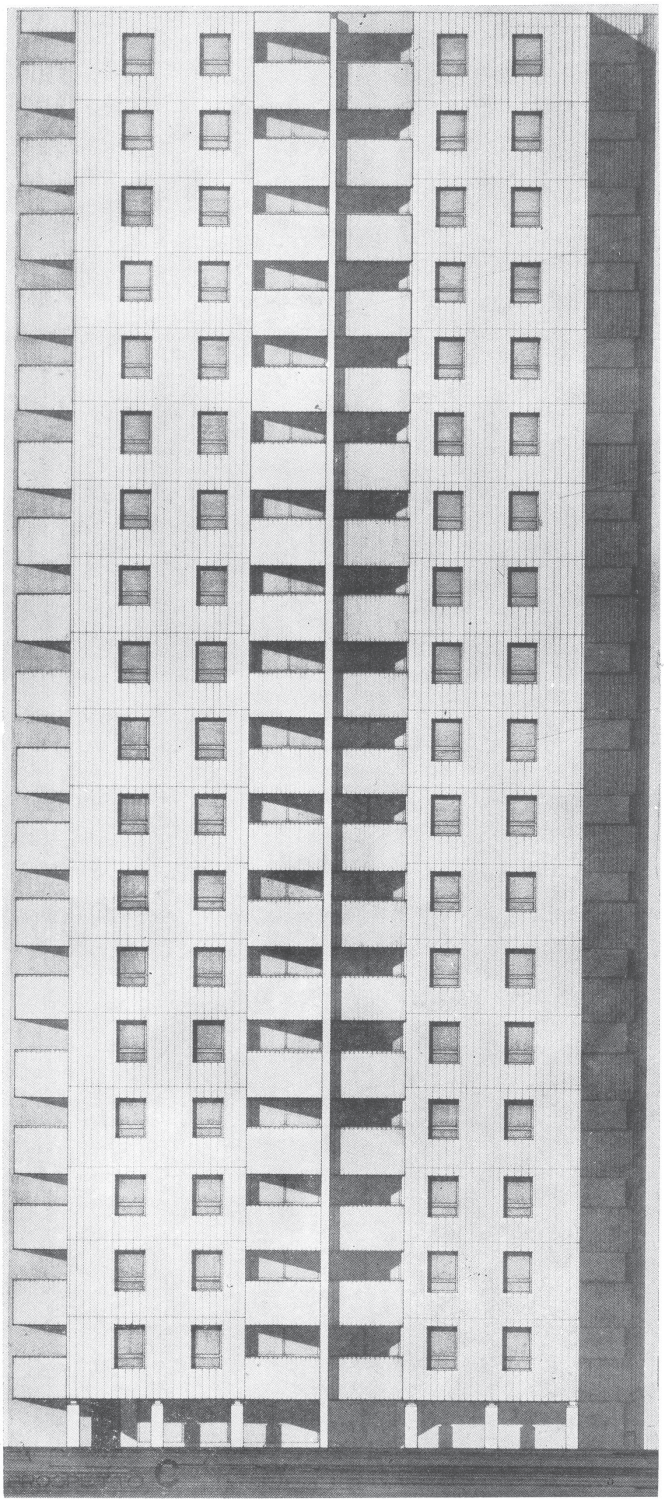


Fig. 3 – Sezione trasversale

Fig. 4 – Prospetto da Ovest e da Est



pannelli furono lasciati in cemento naturale, senza alcun trattamento successivo delle superfici, eccetto che per la costolatura, ottenuta in fase di getto e che non ha comportato alcun aumento di costo.

La costolatura fu decisa per ridurre la visibilità dei giunti e per ottenere una migliore uniformità delle superfici attraverso la vibrazione della luce.

Le facciate furono progettate su un modulo di 30 cm., accorgimento che ha permesso di ridurre considerevolmente il numero di pannelli da adottare.

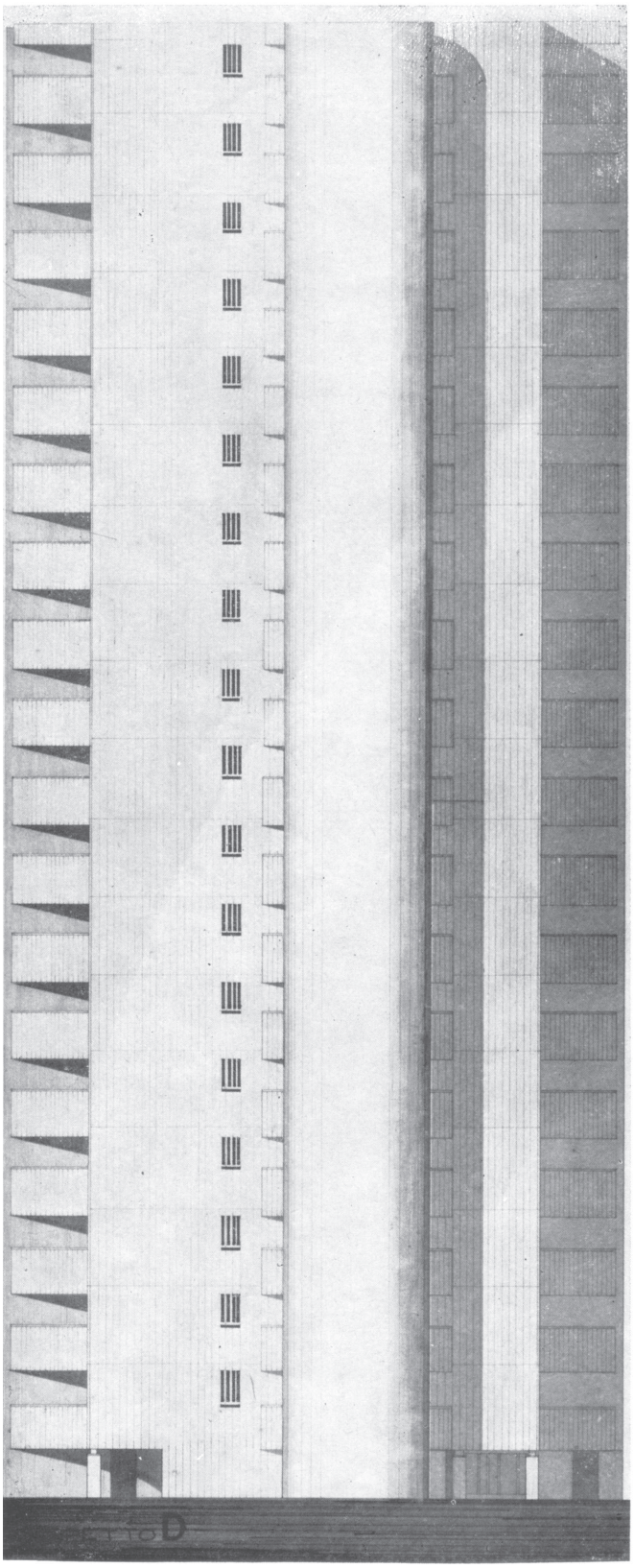


Fig. 5 – Prospetto da Sud

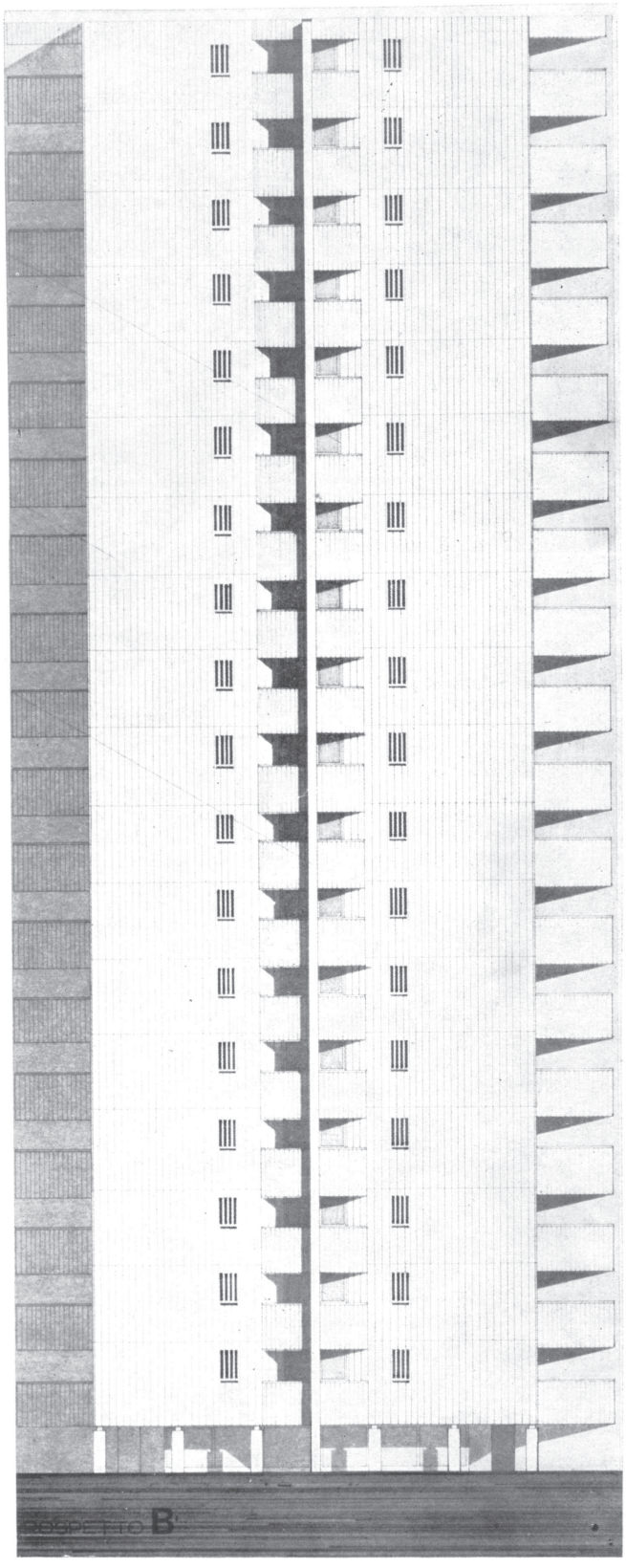


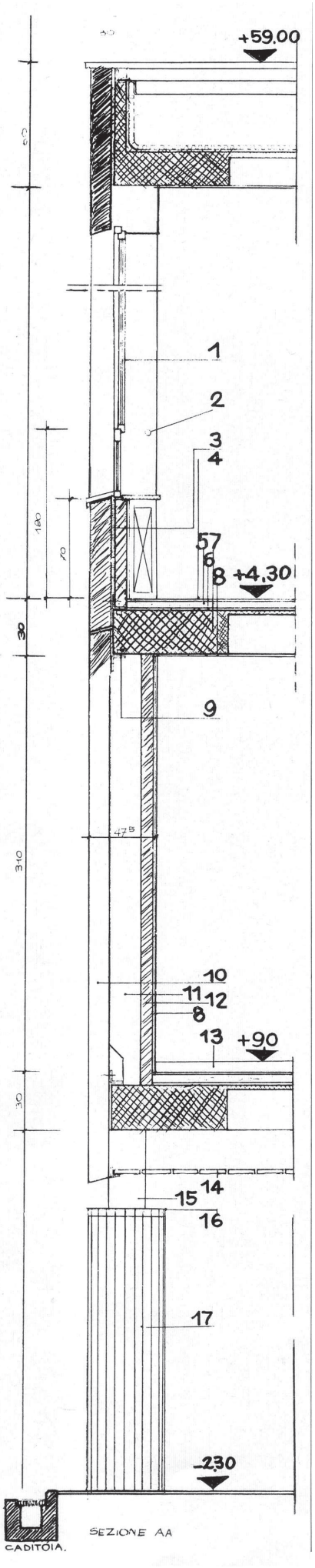
Fig. 6 – Prospetto da Nord

Le finiture

Pareti di rivestimento in mattoni forati completano, con una intercapedine riempita di polistirolo, le pareti perimetrali in pannelli prefabbricati.

I tavolati interni e le soffittature hanno rasature in gesso, mentre le pareti in c.a. a vista sono solo verniciate.

I pavimenti sono isolati acusticamente con *Isofilm* e sono in cera-



mica, per le cucine e i bagni, mentre sono in parquet di legno per tutti gli altri locali.

I serramenti sono in alluminio.

Le autorimesse

Le norme tecniche del P.R.G. di Milano richiedono un posto auto ogni 400 mc. di volume edificato e consentono una occupazione massima degli spazi liberi non superiore ai 2/5. Questi due dati richiesero di disporre le autorimesse su due piani.

D'altra parte la volontà di recuperare il massimo di spazi a verde portò alla eliminazione di parcheggi esterni e il totale interramento delle autorimesse.

La non coincidenza strutturale fra le campate della torre e quella delle autorimesse, unita alla ricerca di semplificare il progetto e esecuzione, portarono alla realizzazione di un edificio totalmente indipendente dalla torre e ripetibile identicamente per tre volte, salvo che per le strade di accesso alle rampe che, necessariamente, dovevano adattarsi alle diverse geometrie dei terreni.

Fig. 7 – Particolari di facciata prima dell'appalto all'esecutore:

1. **serramento in alluminio**
2. **tubo di ferro ∅ 45**
3. **coibente**
4. **pavimento**
5. **sottofondo**
6. **isolante fonoassorb. cm. 3**
7. **solaio cm. 31**
8. **intonaco cm. 1,5**
9. **Ω continuo annegato nella soletta per ancoraggio L di fissaggio pannello**
10. **pannello prefabbricato**
11. **cassa vuota**
12. **forato cm. 8**
13. **zoccolino**
14. **controsoffitto in plastica**
15. **scatola in acciaio di rivestimento HE**
16. **ghiera in acciaio**
17. **pilastro in c.a. faccia a vista**

La progettazione integrale

Lo sviluppo, il coordinamento e la scelta progettuale

La situazione che ha maggiormente caratterizzato l'iter progettuale è stata quella del coinvolgimento attivo di tutti gli operatori interessati alla realizzazione del complesso residenziale Pratocentenaro di Viale Fulvio Testi. Tale favorevole situazione ha permesso di costituire un gruppo allargato di lavoro in grado di portare avanti e mediare, in coordinato parallelismo, i numerosi problemi interni e di rapporto che si presentano quando ci si ponga a risolvere, con nuovi principi progettuali e strumenti realizzativi, il problema degli insediamenti residenziali popolari.

Così accanto alla equipe di tecnici progettisti di già collaudata capacità a produrre un progetto globale, attraverso la dialettica del lavoro di gruppo, si affiancavano la committenza cooperativistica con le sue problematiche di investimento economico e di politica gestionale, e i tecnici esecutori con il prezioso strumento di verifica della realizzabilità delle proposte tecniche dei progettisti ed economiche della Committente.

Il confronto delle rispettive esperienze ha permesso di operare scelte coordinate e di mettere a punto un progetto esecutivo che superasse, già in fase di impostazione, le possibili incompatibilità delle proposte con i mezzi di attuazione.

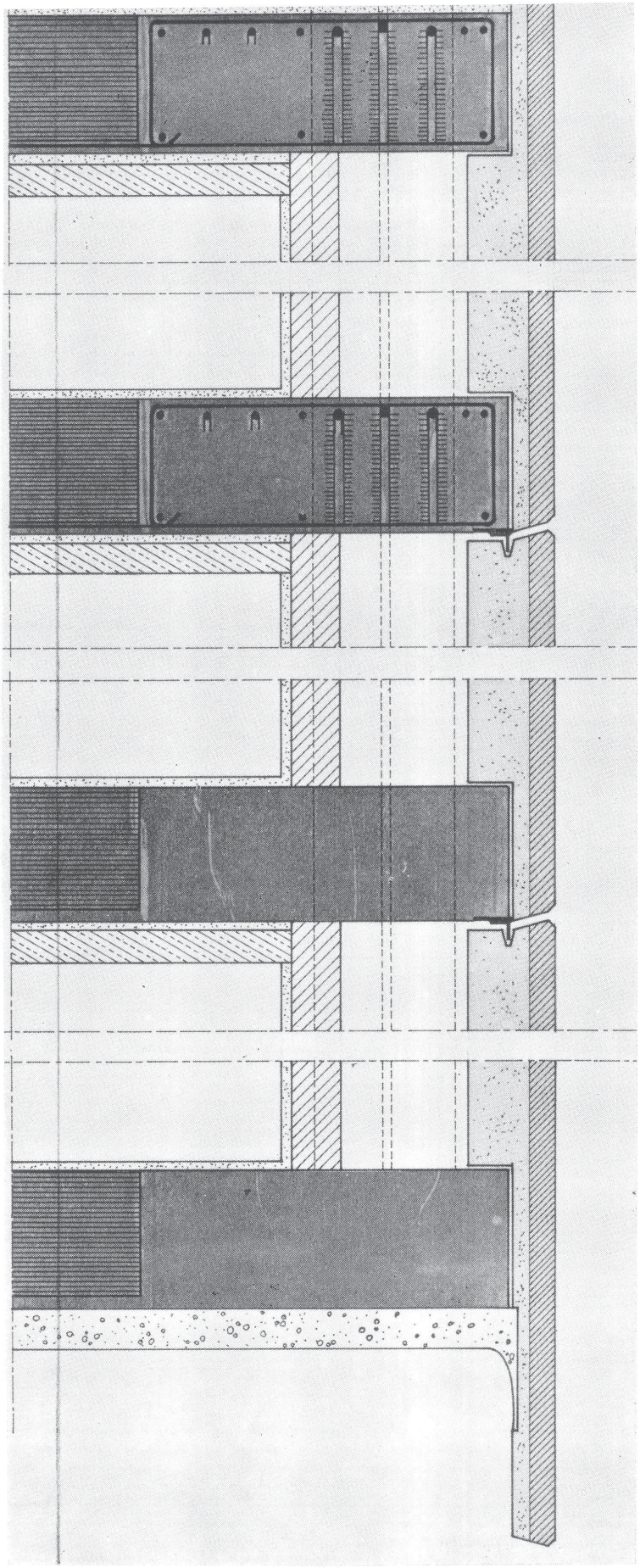
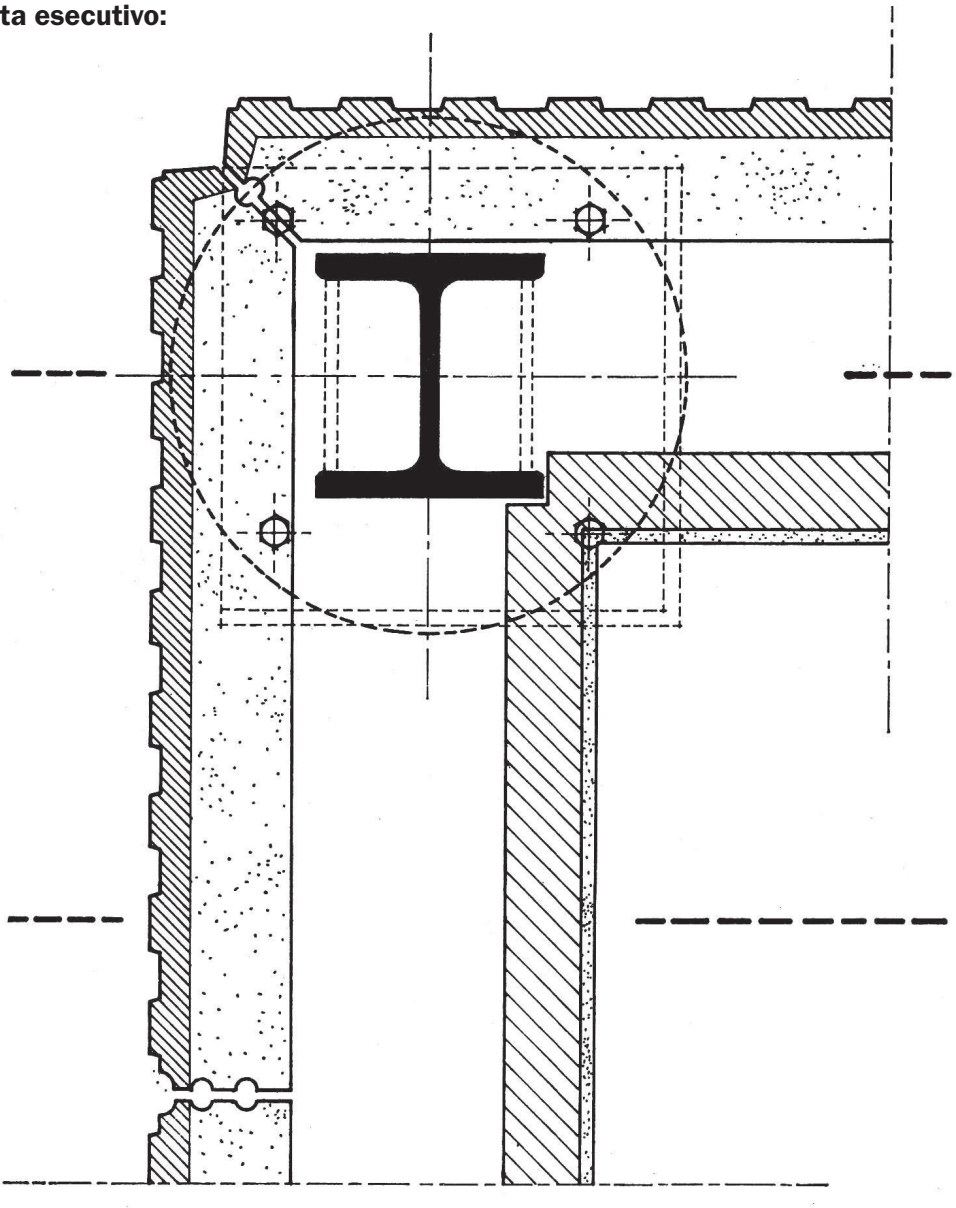


Fig. 8 – Sezione di facciata esecutiva

Fig. 9 – Particolare di facciata esecutivo: sezione orizzontale d'angolo



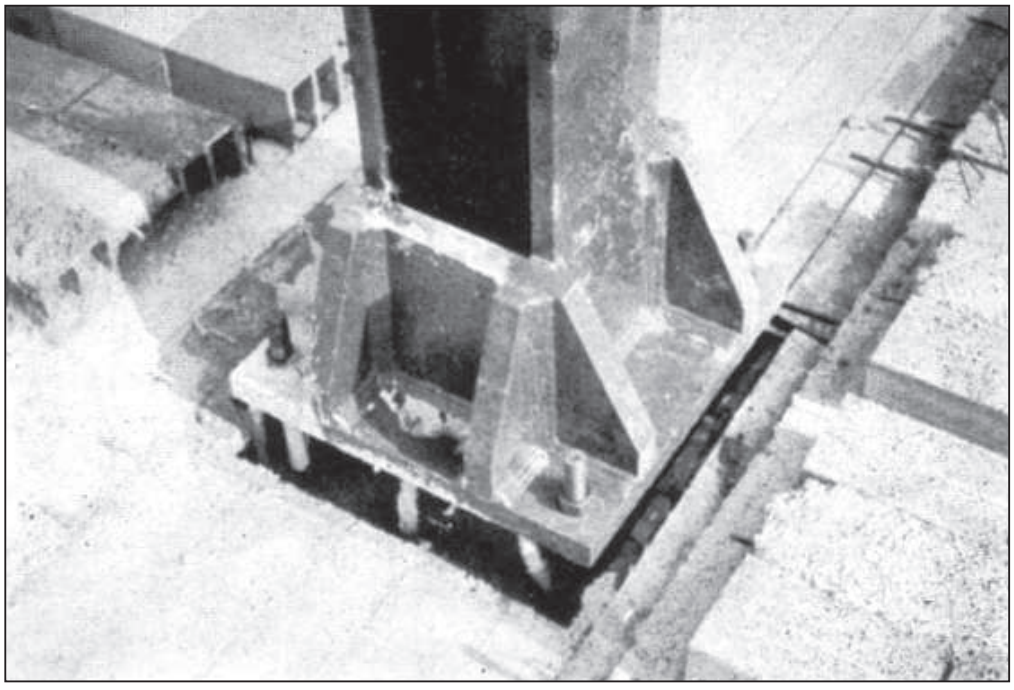


Fig. 10
Aggancio del pilastro in acciaio al solaio (vedi sezione fig. 14)

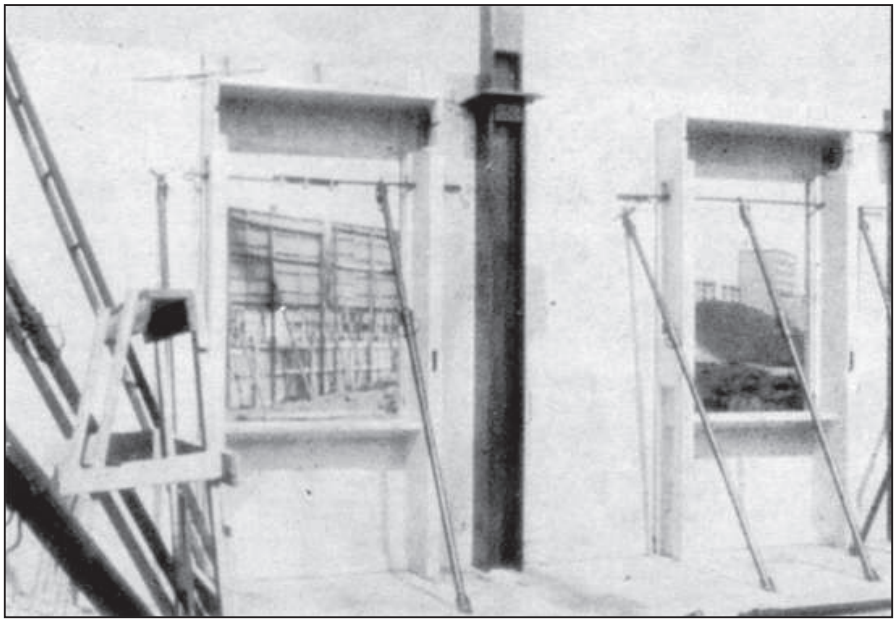


Fig. 11 – Pannelli di facciata durante la fase esecutiva

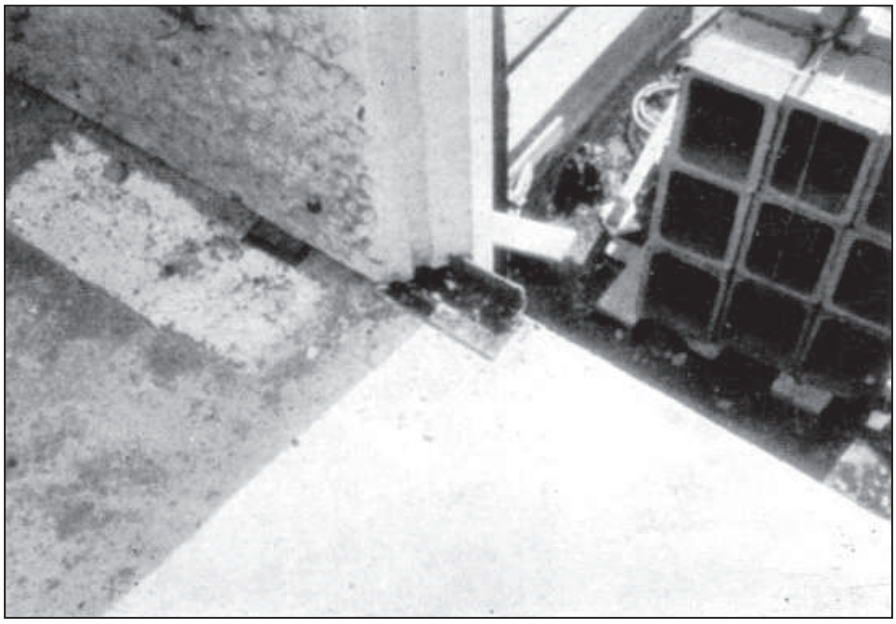


Fig. 12 – Giunto verticale fra i pannelli di facciata

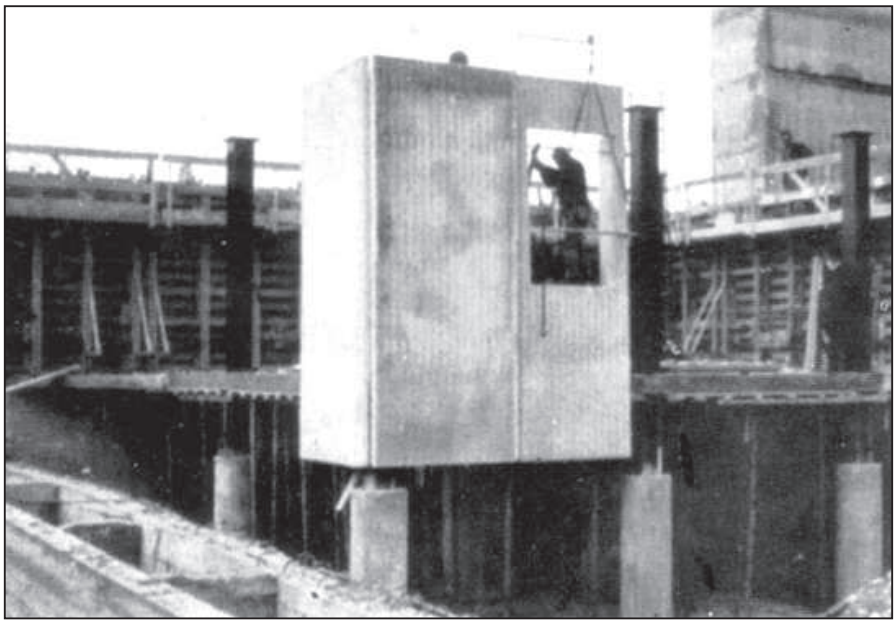


Fig. 13 – Pannelli di facciata d'angolo

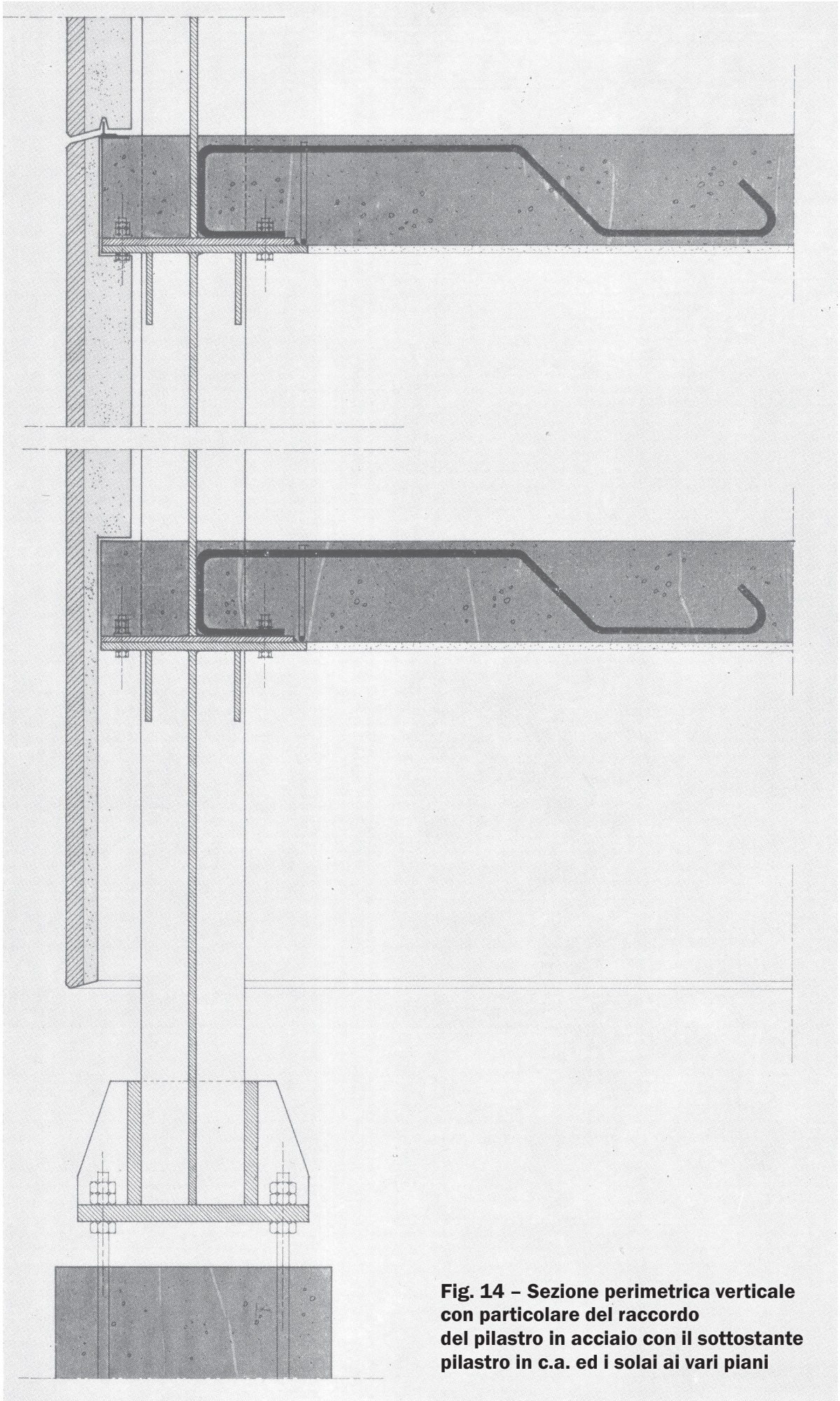


Fig. 14 – Sezione perimetrica verticale con particolare del raccordo del pilastro in acciaio con il sottostante pilastro in c.a. ed i solai ai vari piani

1ª FASE:
PROGETTO PRELIMINARE RAPPORTI TRA COMMITTENZA E PROGETTISTI

L'esperienza, la competenza, l'attiva partecipazione del Consiglio della Cooperativa e soprattutto il rapporto diretto, non mediato da apparati burocratici tra progettisti e committente permisero di sbrigare questa fase, la più delicata, con eccezionale rapidità, in tre sole riunioni, nel giro di tre settimane.

Nella prima riunione furono discusse le alternative tipologiche edilizie. Fu esclusa la tipologia a case unifamiliari, per la insufficienza del terreno a disposizione. Fu rifiutata la tipologia a case lineari di altezza 30 metri (i detestati «casermoni») sia per l'alta occupazione del suolo, sia per l'antipatia che ormai riscuote questo tipo edilizio permesso dalla stupidità dei Regolamenti edilizi saldamente congiunta alla indifferenza o alla pigrizia di Committenti pubblici di costruttori.

Fu scelta la tipologia a torre, di 60 metri di altezza, resa possibile dalle norme CIMEP, in deroga al Regolamento edilizio di Milano. I motivi della scelta sono di ordine psicologico (identità), formale (emergenza e impatto visivi), funzionale (massimo spazio libero a livello del suolo e massima compattezza dell'organismo edilizio), urbanistico (rottura della lunga prospettiva dei viali Zara e Fulvio Testi).

Nella seconda e terza riunione furono discusse la pianta tipo, le varianti necessarie per adeguarla al programma della Cooperativa e le finiture.

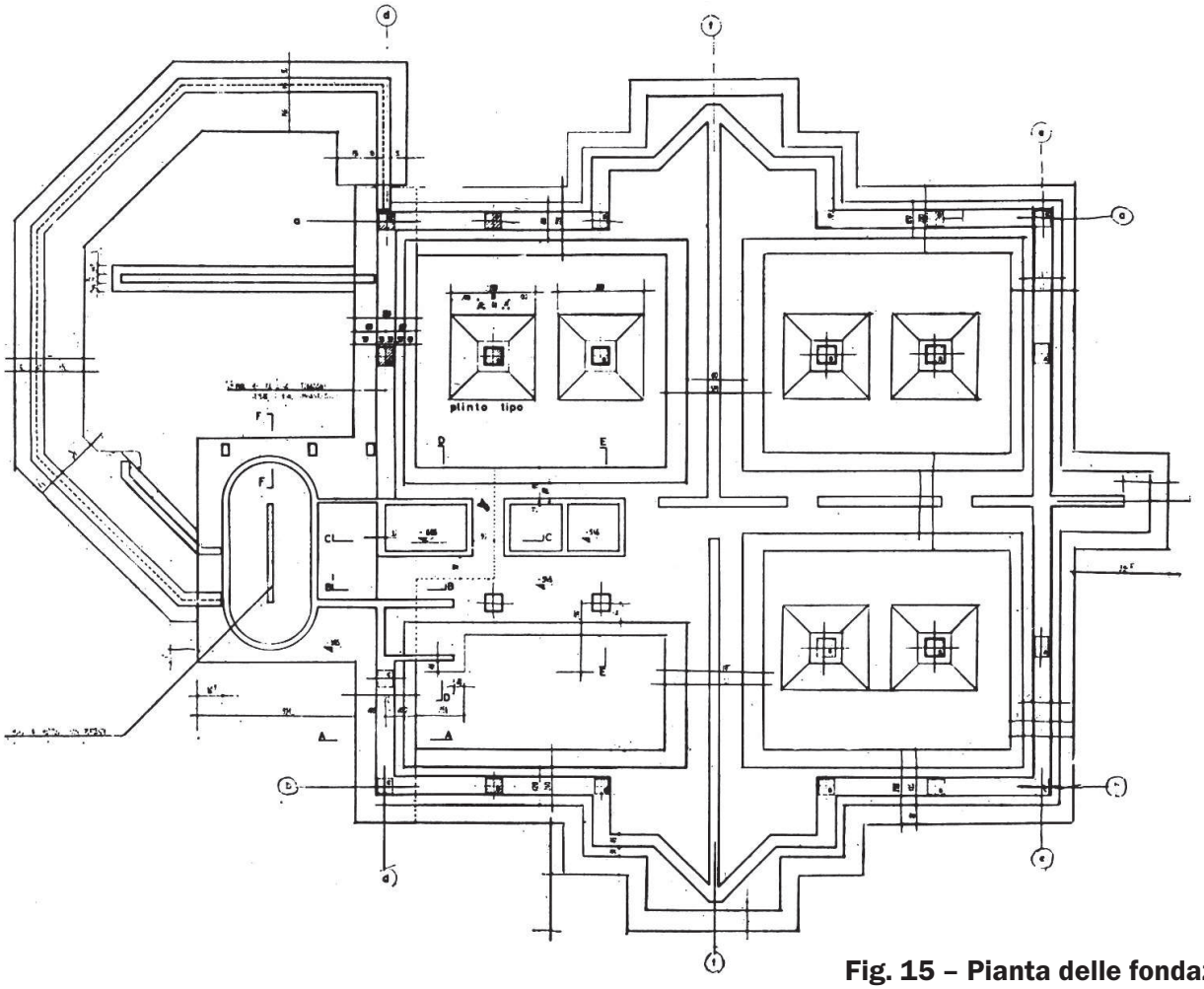


Fig. 15 – Pianta delle fondazioni

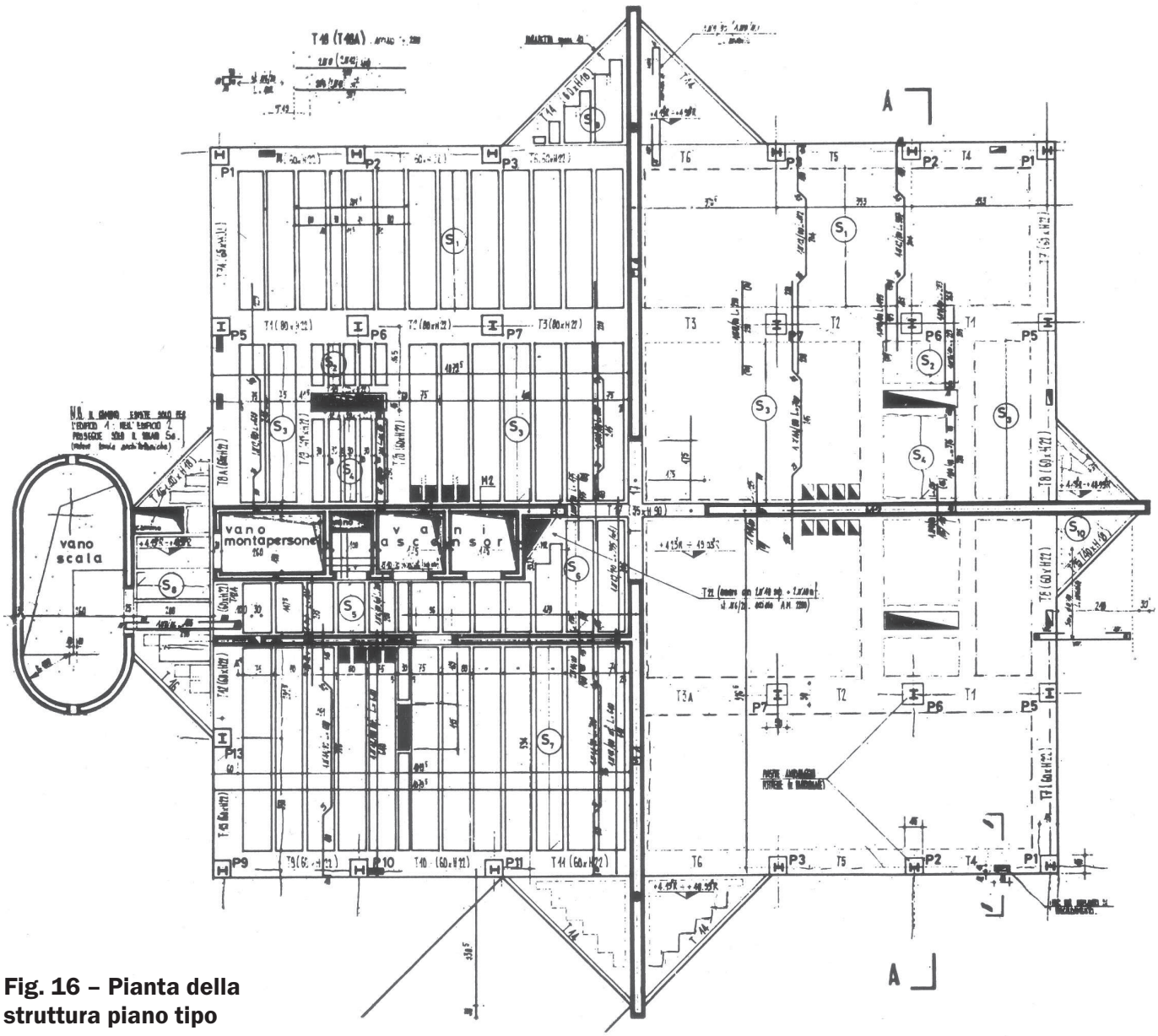


Fig. 16 – Pianta della struttura piano tipo

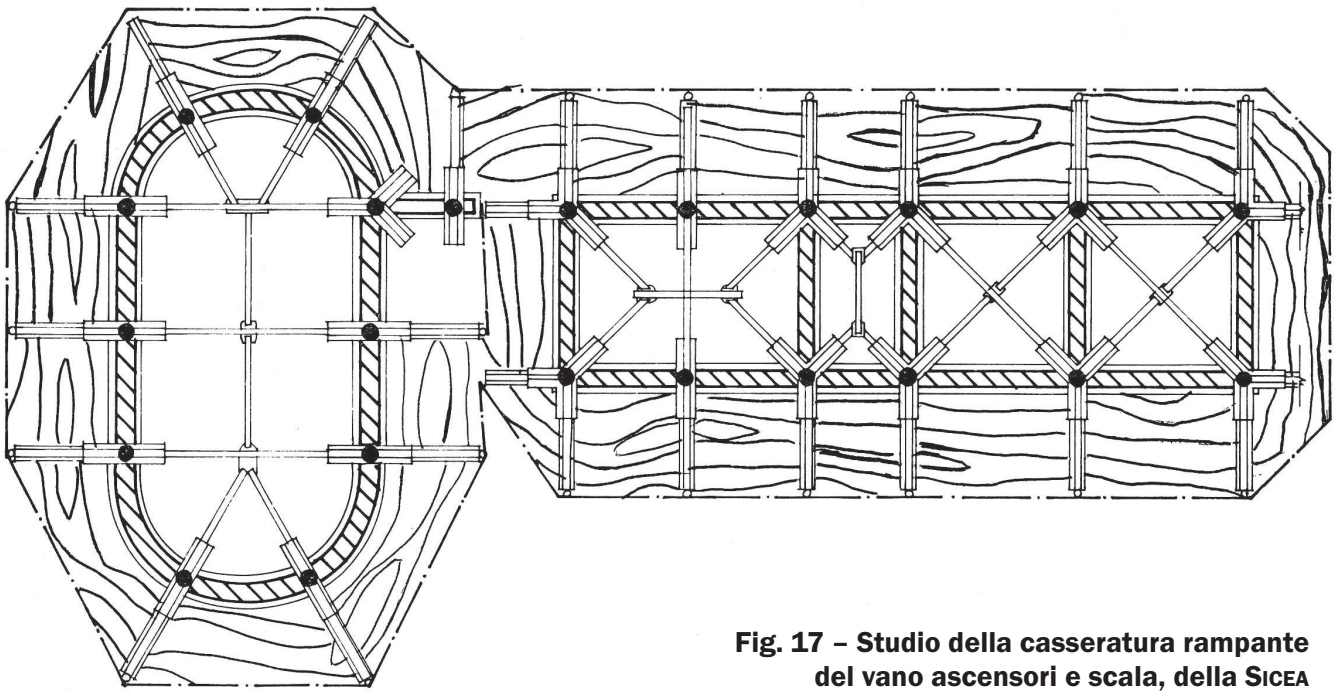


Fig. 17 – Studio della casseratura rampante del vano ascensori e scala, della SICEA

Fig. 18
Una fase di lavoro del cassero rampante di fig. 19

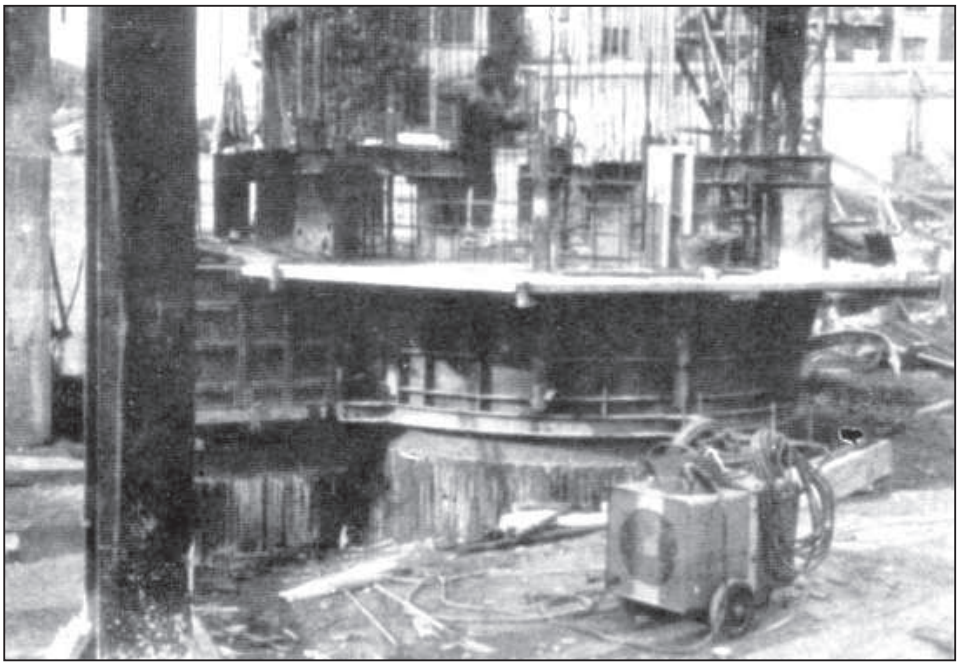


Fig. 19
Il cassero rampante

2ª FASE:
PROGETTO PER LA CONCESSIONE DELLA LICENZA EDILIZIA: RAPPORTI TRA LE AUTORITÀ E PROGETTISTI

Ottenuta l'approvazione sulla impostazione progettuale da parte della Committenza, e prima della stesura dei disegni richiesti per il rilascio della licenza edilizia, il progetto fu sottoposto a un più approfondito controllo strutturale (dimensionale), impiantistico (ubicazione e dimensionamento) ed economico.

A questa fase furono chiamati a collaborare la Direzione dei lavori e l'Impresa di costruzioni prescelta nella fase di pre-appalto.

Contemporaneamente furono interpellati gli uffici: sanitario, dei VV.FF., tecnico comunale e dell'Aeronautica per discutere i vari aspetti dei diversi regolamenti. Si dovette rinunciare ai volumi tecnici sporgenti oltre la copertura perché interferivano nel cono aereo del campo di

Bresso. Questo lavoro di preparazione ha permesso di ottenere rapidamente la licenza edilizia e di iniziare immediatamente il progetto esecutivo con poche modifiche.

Impresa

Il progetto esecutivo veniva sviluppato verificando continuamente, tra le diverse possibili soluzioni di dettaglio, quella che consentisse il presunto sviluppo del cantiere in base alle caratteristiche ed alle possibilità dell'impresa: occorreva «progettare il costruibile» impiegando metodi industrializzati proporzionati alla dimensione dell'intervento.

Il progetto esecutivo portava all'appalto definitivo dopo un'ultima verifica costistica. Il gruppo di progettazione continuava poi la propria assistenza alla Direzione dei lavori, per la messa a punto di quei dettagli che lo sviluppo dei lavori portava a variare, o meglio, precisare, nell'economia del sistema.

Questa assistenza si è sviluppata, in particolare, per la parte architettonica, per le scelte di carattere estetico e per la parte impiantistica.

3ª FASE:
PROGETTO ESECUTIVO: RAPPORTI TRA PROGETTISTI, DIREZIONE DEI LAVORI E [IMPRESA]

La concezione strutturale

Stabilito di separare i box e le centrali che richiedevano luci di maggiori dimensioni di quelle degli alloggi, si volle identificare la struttura portante principale con le divisioni tra i 4 alloggi ed utilizzare il perimetro del fabbricato.

Così veniva concepita la crociera centrale portante che, data la sua caratteristica di parete, permetteva di risolvere bene anche i problemi di irrigidimento e di resistenza alle azioni orizzontali (vento, eccentricità dei carichi).

Il calcolo di questa crociera è stato svolto considerando le teorie sulle quinte di controvento raccolte dal Lewicki. Ovviamente, il dimensionamento non tenne solo conto dell'effetto del vento, ma anche dell'eccentricità del carico che incide in modo

Fig. 20
Un'altra fase di lavoro del cassero rampante di fig. 19

non trascurabile oltre una certa altezza del fabbricato. Questo effetto è funzione sostanzialmente della larghezza della costruzione, del suo peso proprio per unità, di volume, ivi comprese le tramezzature, pavimenti, etc., del sovraccarico utile e dell'interpiano.

Nel caso in esame questo effetto superò il 10% dell'effetto del vento.

La verifica condotta secondo le ipotesi del Rossmann ha permesso di fermarsi alla prima approssimazione, essendo risultato che $f_{max} = SH/2500$ e quindi alla utilizzazione rapida dei diagrammi riportati nel testo del Lewicki.

Detti diagrammi consentono di valutare rapidamente le caratteristiche di sollecitazione nei collegamenti in corrispondenza delle aperture delle quinte e naturalmente gli spazi alla base delle quinte stesse.

Nessun dubbio circa la scelta del cemento armato come materiale costituente la crociera mentre per la struttura verticale perimetrale le necessità di minimo ingombro portarono alla scelta dell'acciaio.

La destinazione e la forma della torre-scala esterna terminarono la scelta del calcestruzzo.

Le strutture orizzontali portanti venivano così ad identificarsi in 4 grosse piastre incastrate a due lati contigui ed appoggiate agli altri due.

La realizzazione di queste piastre poteva essere in prefabbricato totale, eventualmente alleggerito, o a elementi prefabbricati in laterizio o calcestruzzo alleggerito da assemblarsi in opera.

Però la necessità di ridurre l'altezza del fabbricato, per il rispetto della servitù di volo, portava alla riduzione degli spessori degli orizzontamenti, e questo ha determinato l'abbandono della soluzione a piastra unica. Venivano così aggiunti il muro di calcestruzzo prospiciente il gruppo ascensori e una coppia di pilastri interni per ogni quadrante che, per ragioni di spazio, sono stati previsti in acciaio.

Gli orizzontamenti sono stati così previsti in pannelli di laterizio prefabbricati sopportati da travi compiane gravanti sui pilastri in acciaio e sui muri in calcestruzzo.

Lo spessore al rustico degli orizzontamenti è di 22 cm. (20+2) eccetto nella zona di collegamento con la scala dove l'altezza è ridotta a 18 cm. (16,5+1,5).

La struttura verticale portante è stata prevista, per la crociera, in calcestruzzo armato con spessori variabili da 25 cm. per gli ultimi 6 piani, 30 cm. per i sei piani intermedi e 35 cm. per i rimanenti piani fino al piano terreno.

Le murature portanti degli ascensori in calcestruzzo armato hanno spessore costante di 20 cm., mentre il muro intermedio di fronte agli ascensori ha spessore di 25 cm., come pure i muri del vano scale.

I pilastri, in acciaio, sono costituiti da profilati HEM da 260 a 220 per i piani inferiori nelle zone più cariche, HEA o HEB da 240 a 200 per le parti meno sollecitate.

I pilastri in acciaio perimetrali sono impostati sui muri di fondazione e quelli interni ai quadranti, sui pilastri in cemento armato (di sezione quadrata) della cantina. Al piano terreno motivi estetici e di protezione hanno portato al rivestimento cilindrico in calcestruzzo.

Le fondazioni sono realizzate a plinti isolati per i pilastri intermedi e a piastra o trave continua per le altre parti.

La struttura dei box è tutta in cemento armato, muri, travi, pilastri e

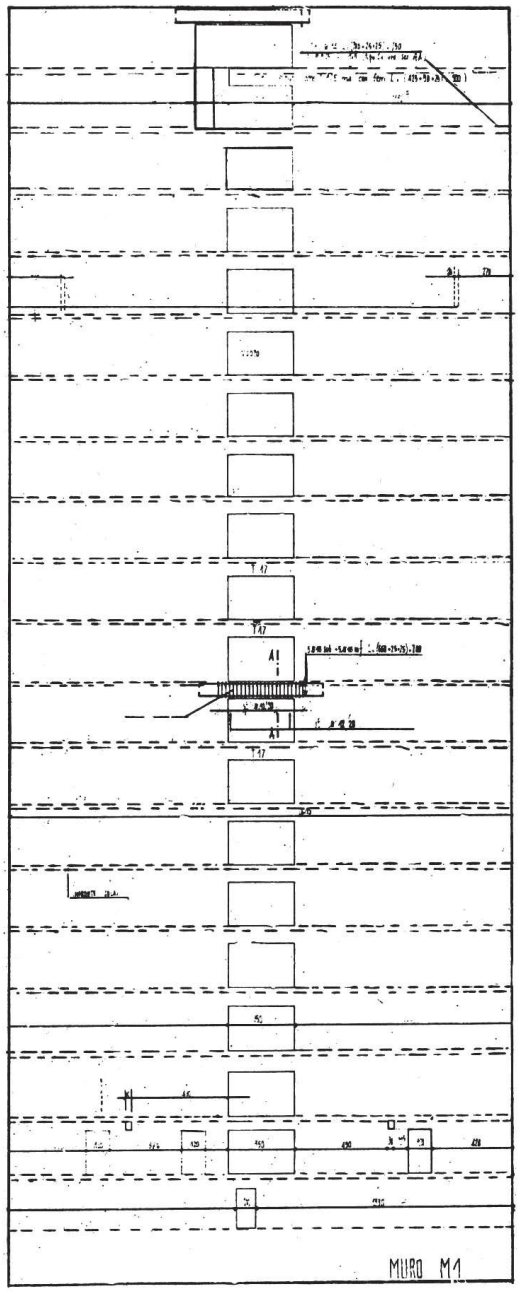


Fig. 21 – Dettagli strutture muro di crociera

solette orizzontali portanti. Queste ultime, in parte prefabbricate, sono alleggerite mediante casseri a perdere in polistirolo.

Per la centrale termica la copertura è in solaio alleggerito (come i box) in cemento armato poggiante sui muri in calcestruzzo e su pilastri intermedi.

La struttura della centrale, come quella dei box**,** è separata con un giunto di dilatazione dalla struttura della torre.

I materiali impiegati sono: calcestruzzo classe 300 con cemento tipo 425, acciaio FeB 32K per le armature (in quanto saldabili alla struttura verticale metallica), acciaio tipo 1 Fe 42B UNI 7070-72 per il piastrame e per i pilastri metallici.

Le saldature, effettuate con particolare cura sia in officina che in cantiere, avevano le seguenti caratteristiche:

– in officina: semiautomatiche sotto gas protettore (CO_2 o miscela Argon/ CO_2). Filo di apporto con caratteristica R.I.Na
  R = 44 ÷ 52 Kg./mmq.
  A = 26 ÷ 30%
– in cantiere: manuali ad arco con elettrodi rivestiti ESAB tipo OK48 UNI 5132 ∅ 3,25 ÷ 4 mm. con caratteristiche
  R = 48 ÷ 52
  A = 34%

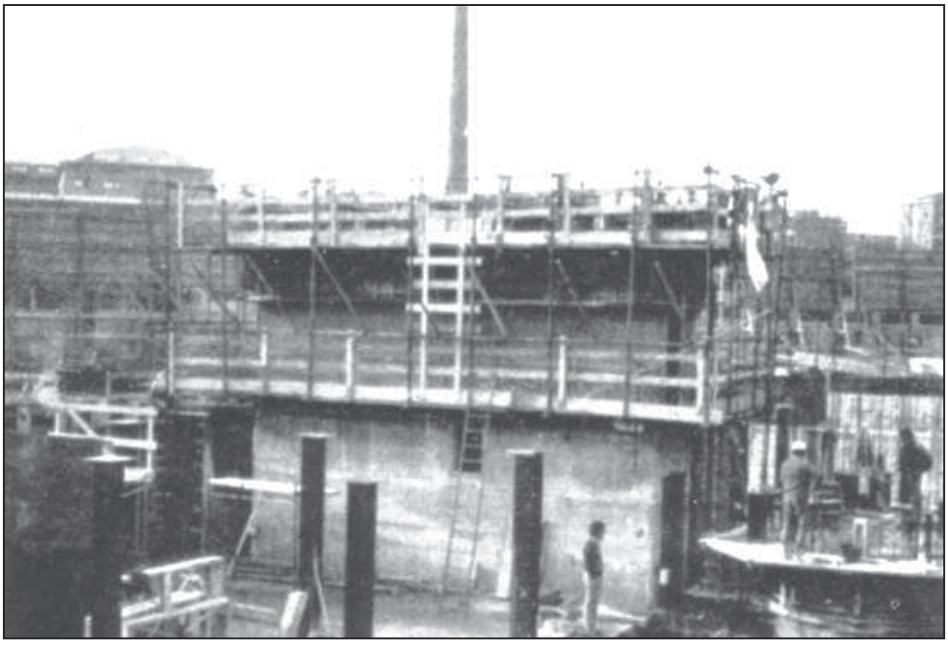


Fig. 22– Il muro di crociera in elevazione mediante la casseratura pre-assemblata tipo A-Z

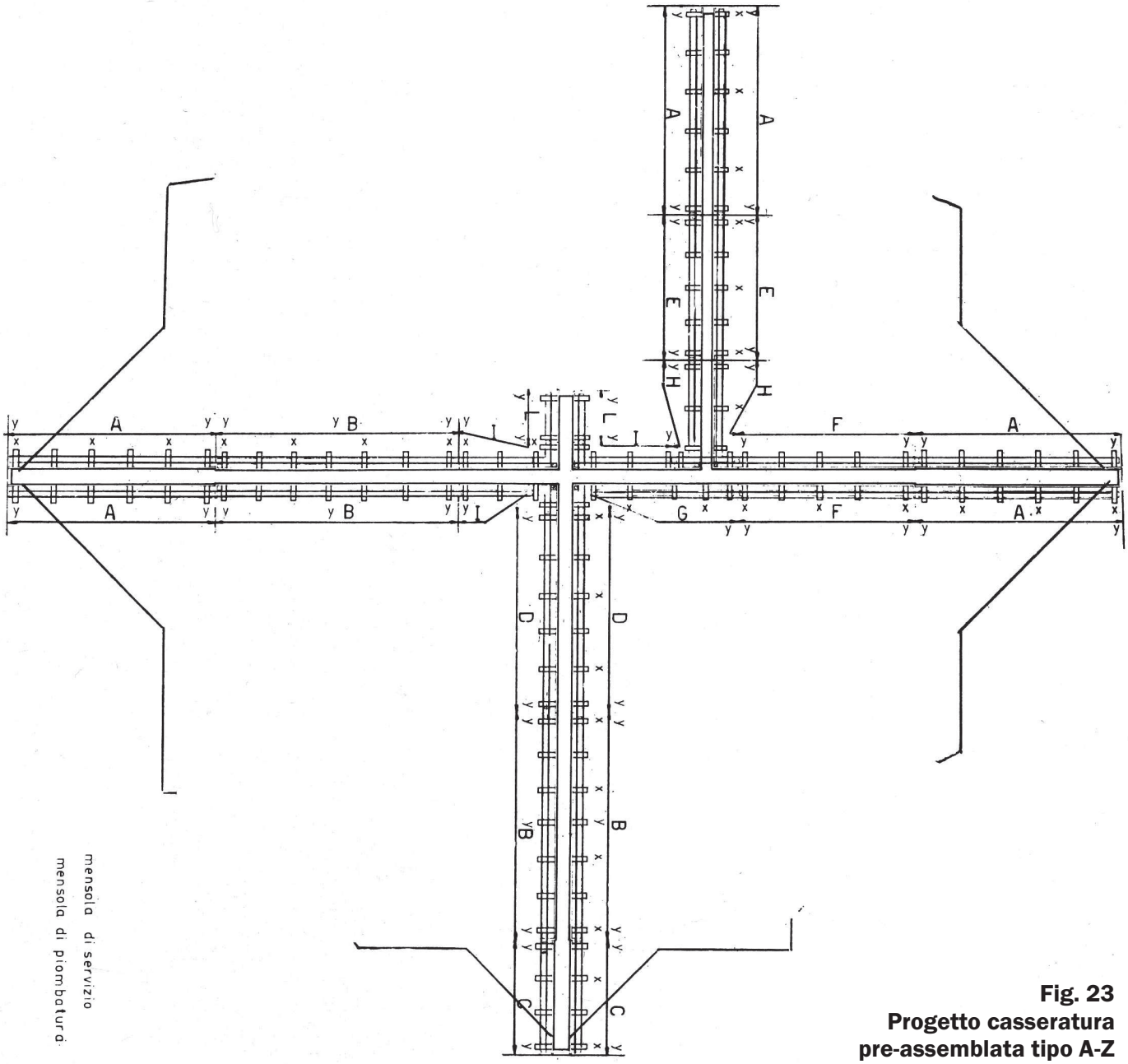


Fig. 23
Progetto casseratura pre-assemblata tipo A-Z

Gli impianti

Impianto di riscaldamento

Caratteristiche.

– Temperatura minima esterna: –5°C.
– Temperatura interna locali: +20°C.
– Fluido riscaldante: acqua calda 85/75°C
– Circolazione: forzata.
– Regime di funzionamento: intermittente con attenuazione notturna.

Le condizioni termiche sopra indicate sono garantite da un impianto autopressurizzato, realizzato con radiatori tubolari in acciaio, spessore 15/10 resistenti fino a 12ATE di pressione. La potenza termica necessaria è fornita da una centrale comune alle due torri e ubicata sotto il giardino della torre n. 1.

Nella centrale sono sistemate 2 caldaie HOWAL tipo TKDR monoblocco in acciaio pressurizzate aventi potenzialità di Kcal./h. 900.000 la prima e Kcal./h. 700.000 la seconda, per un fabbisogno termico totale di Kcal./h. 1.600.000, di cui 400.000 per la produzione di acqua calda sanitaria e 1.200.000 per l'annullamento dei disperdimenti invernali.

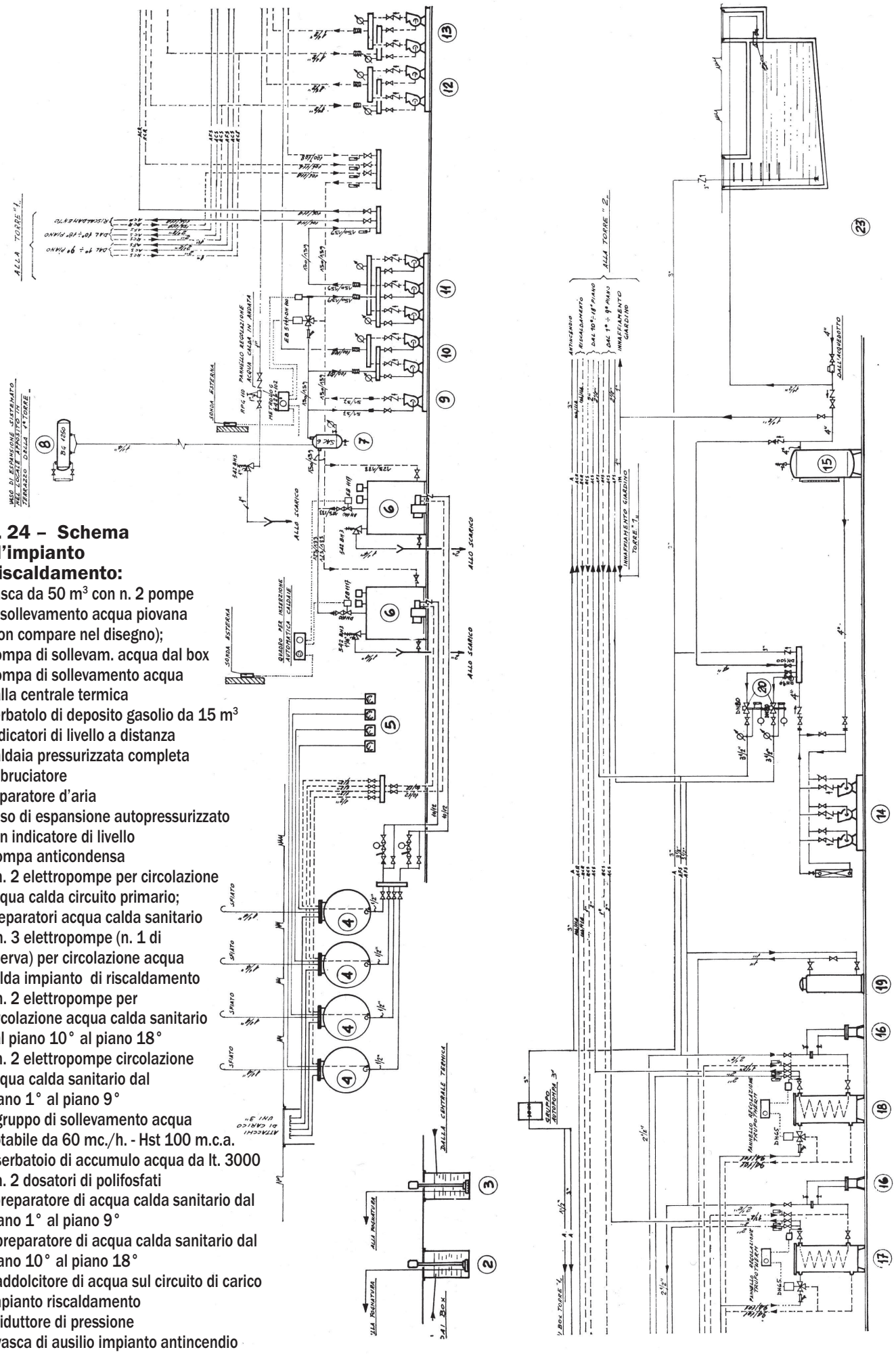


Fig. 24 – Schema dell'impianto di riscaldamento:

1. vasca da 50 m^3 con n. 2 pompe di sollevamento acqua piovana (non compare nel disegno);
2. pompa di sollevam. acqua dal box
3. pompa di sollevamento acqua dalla centrale termica
4. serbatolo di deposito gasolio da 15 m^3
5. indicatori di livello a distanza
6. caldaia pressurizzata completa di bruciatore
7. separatore d'aria
8. vaso di espansione autopressurizzato con indicatore di livello
9. Pompa anticondensa
10. n. 2 elettropompe per circolazione acqua calda circuito primario; preparatori acqua calda sanitario
11. n. 3 elettropompe (n. 1 di riserva) per circolazione acqua calda impianto di riscaldamento
12. n. 2 elettropompe per circolazione acqua calda sanitario dal piano 10° al piano 18°
13. n. 2 elettropompe circolazione acqua calda sanitario dal piano 1° al piano 9°
14. gruppo di sollevamento acqua potabile da 60 mc./h. - Hst 100 m.c.a.
15. serbatoio di accumulo acqua da lt. 3000
16. n. 2 dosatori di polifosfati
17. preparatore di acqua calda sanitario dal piano 1° al piano 9°
18. preparatore di acqua calda sanitario dal piano 10° al piano 18°
19. addolcitore di acqua sul circuito di carico impianto riscaldamento
20. riduttore di pressione
23. vasca di ausilio impianto antincendio

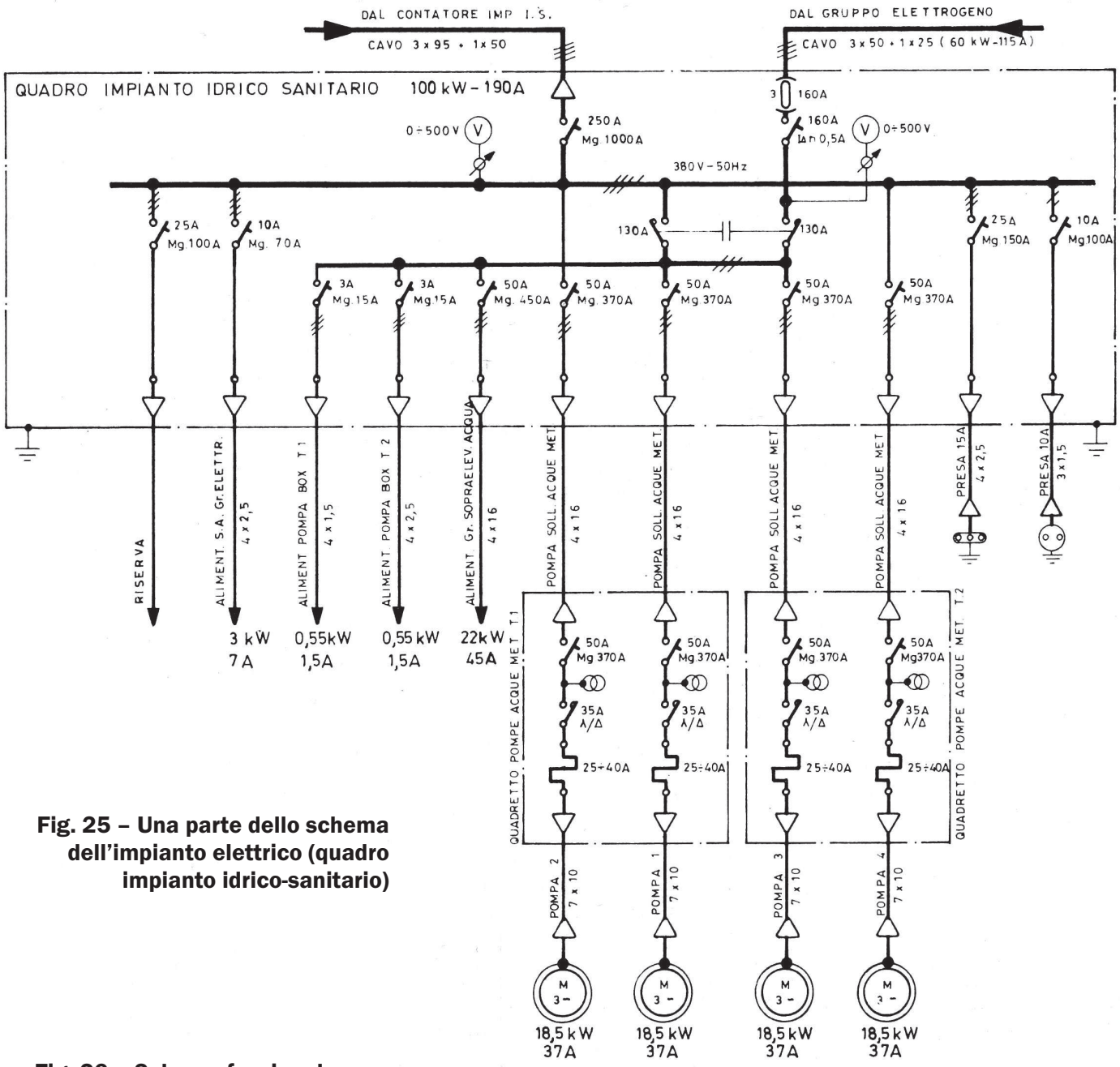


Fig. 25 – Una parte dello schema dell'impianto elettrico (quadro impianto idrico-sanitario)

Fig. 26 – Schema funzionale dei quadro elettrico centrale termica

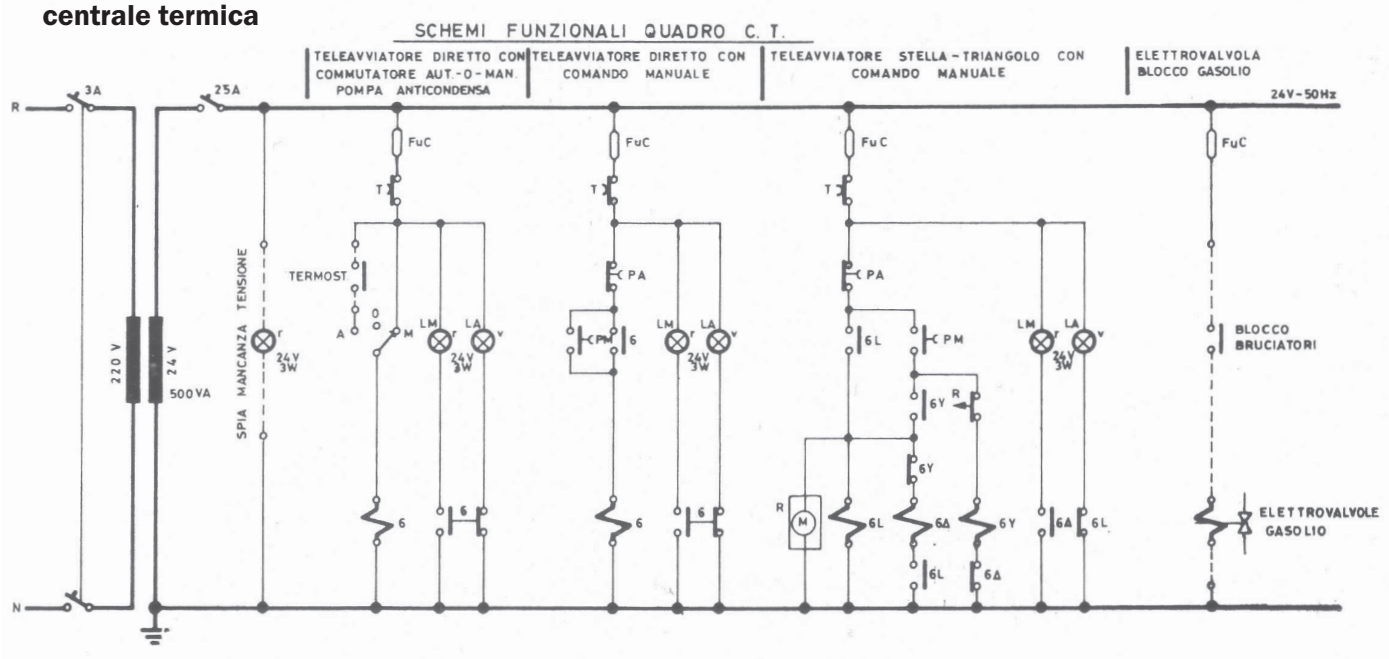
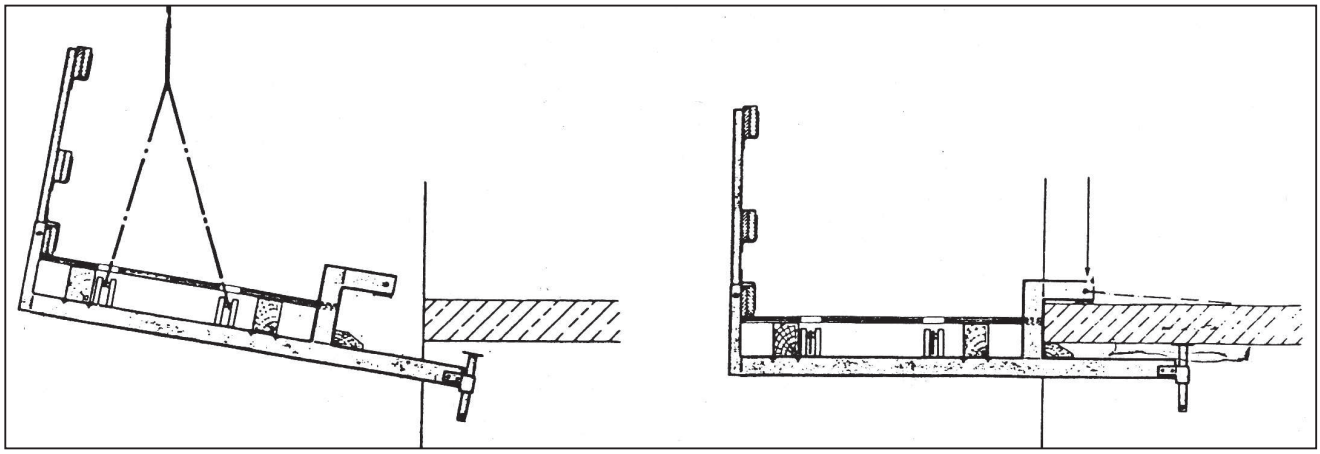


Fig. 27 – La casseratura A-Z in opera poco prima di un getto

Fig. 28
Ponte di servizio a morsetto della HUNNBEEK



Sul circuito di riscaldamento è stata prevista una valvola miscelatrice (comandata da un centralino elettronico) che provvederà a miscelare automaticamente, in relazione alla temperatura esterna, l'acqua di ritorno dai radiatori con l'acqua di mandata della caldaia.

Sono state, inoltre, previste due valvole a cascata sulle tubazioni di partenza delle caldaie che provvederanno alla accensione automatica delle stesse, in caso di aumento del fabbisogno termico dovuto a diminuzione della temperatura esterna.

Per la produzione di acqua calda sanitaria nei mesi estivi, è previsto il funzionamento della sola caldaia più piccola. La rete delle tubazioni del circuito di riscaldamento parte dal collettore nella centrale termica e si dirama ai vari corpi scaldanti

Fig. 29 – Operai al lavoro sul cassero rampante

con una distribuzione così detta a pioggia, in quanto l'alimentazione ai corpi scaldanti viene fatta partendo dall'ultimo piano dell'edificio e scendendo man mano ai piani inferiori.

Tutte le tubazioni che fanno parte del sistema sono isolate termicamente.

Il collegamento delle tubazioni tra una torre e l'altra è fatto tramite cunicolo interrato.

Impianto idrico sanitario e antincendio

L'impianto di distribuzione dell'acqua potabile parte dall'acquedotto comunale e viene distribuita alle due torri su due circuiti separati: uno di bassa pressione, che va dal 1° al 9° piano, e l'altro di alta pressione, dal 10° al 18° piano.

L'impianto di sopraelevazione della pressione dell'acqua ubicato al fianco del locale centrale termica è in grado di erogare 68 mc./h. con 100 m. circa di prevalenza.

Il complesso di sopraelevazione è della Soc. ROTOS tipo 3GMD 2/8 *Sorpressmatic* composto di 3 pompe.

Tutta la portata erogata dal complesso di sopraelevazione (che serve anche per la produzione di acqua calda sanitaria a 45÷50°C) viene inviata ad un collettore sul quale sono montate due valvole di riduzione di pressione, che alimenteranno i due circuiti sopra descritti.

La rete di distribuzione dell'acqua potabile fredda e calda parte dalla centrale idrica e corre nel controsoffitto del piano piloty fino ad inserirsi nei predisposti vani tecnici.

L'impianto antincendio garantisce la temporaneità d'uso di 4 cassette antincendio con portata di 120 l./min. l'una. Questa garanzia è data dal gruppo di sopraelevazione che è allacciato elettricamente ad un gruppo elettrogeno ad accensione automatica.

È stata pure prevista, nel giardino, una vasca interrata della capacità di 100 mc. quale riserva d'acqua antincendio. Per permettere un più facile afflusso d'acqua alle cassette antincendio il montante principale di alimentazione è stato dimensionato con un ∅ 3".

Impianto di scarico acque nere e piovane

Per la raccolta delle acque di scarico provenienti dai servizi igienici degli appartamenti, sono state ese-

Fig. 30 – La maglia portante dei pilastri

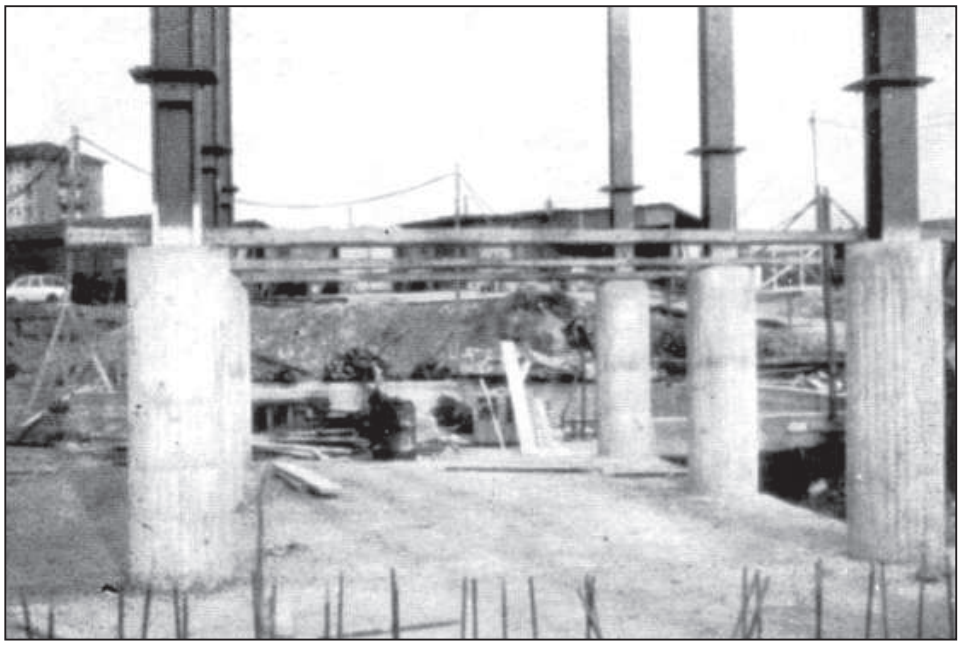


Fig. 31 – I pilastri

guite delle reti completamente separate tra loro; una colonna raccoglie solamente le acque nere di scarico dei vasi, mentre l'altra colonna raccoglie le acque bionde delle restanti utenze quali vasca, bidet, lavello, etc.

Alla base della colonna un collettore generale (installato nel controsoffitto del piano piloty) con adeguata pendenza provvede al trasporto dell'acqua nella fognatura comunale.

Per quanto riguarda poi la raccolta dell'acqua piovana sul terreno e sulle strade interne alla proprietà è stata predisposta una rete di fognatura che convoglia l'acqua raccolta in una vasca nella quale alcune pompe provvedono al sollevamento e incanalamento della stessa nella fognatura comunale.

Le pompe di sollevamento dell'acqua piovana sono state allacciate elettricamente al gruppo elettrogeno.

La costruzione della vasca di raccolta è dovuta al fatto che il [...] a quota –2,30 m. rispetto alla strada comunale, quindi la rete di fognatura

[è] più bassa della fognatura comunale.

Impianto elettrico

La distribuzione elettrica generale è stata così concepita: nel piano piloty di ciascuna torre sono stati ricavati due locali dove sono stati sistemati i gruppi di misura ENEL che servono alle varie utenze dei singoli edifici e i contatori relativi agli alloggi: inoltre, nel locale della torre 1, sono sistemati i gruppi di misura relativi ai servizi generali comuni alle due torri.

Dal locale contatori partono due cavi che alimentano:

1) Il quadro centrale termica (che contiene tutti i comandi e gli automatismi atti al funzionamento dell'impianto termico).

2) Il quadro impianto idrico (che contiene tutti i comandi e gli automatismi atti al funzionamento dell'impianto idrico-sani-

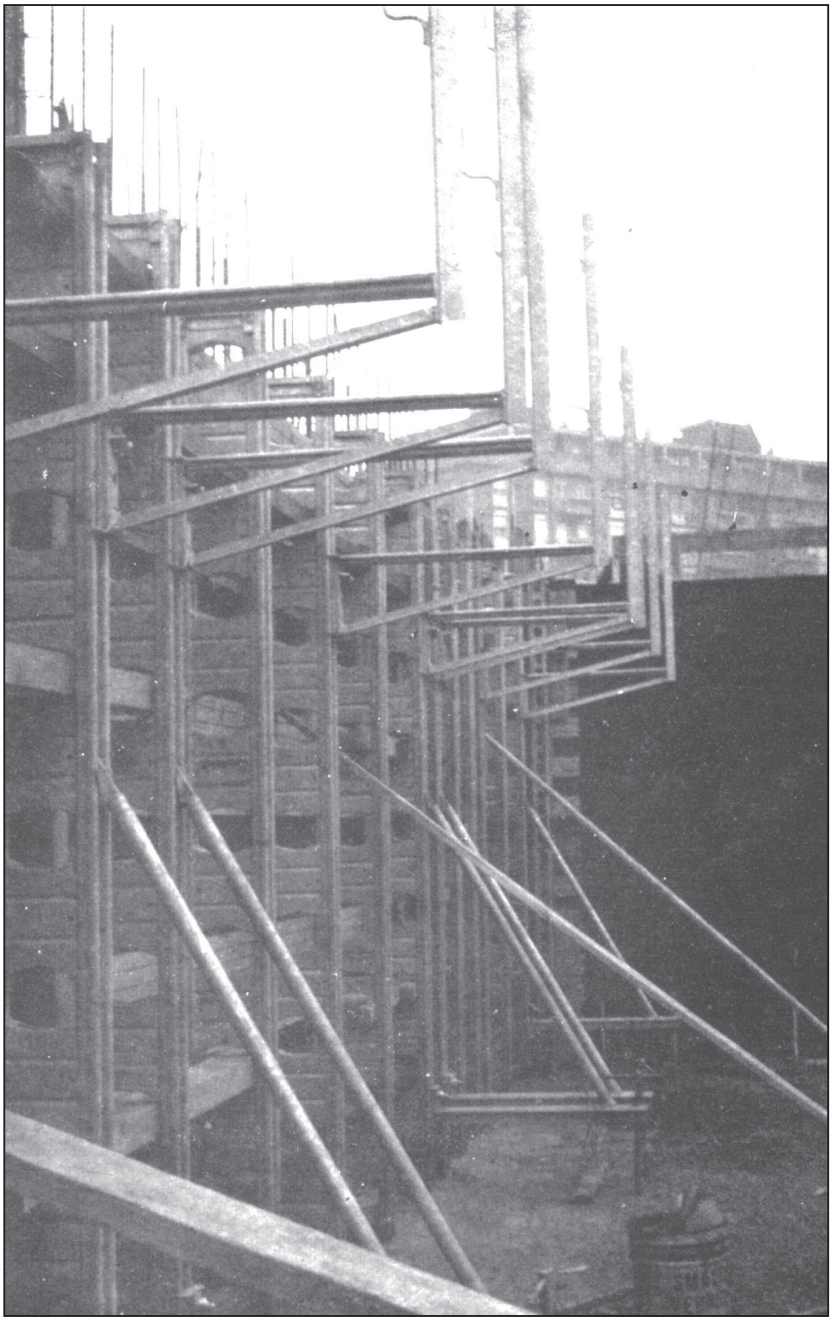


Fig. 32
La cassaforma A-Z di figg. 22-23-27

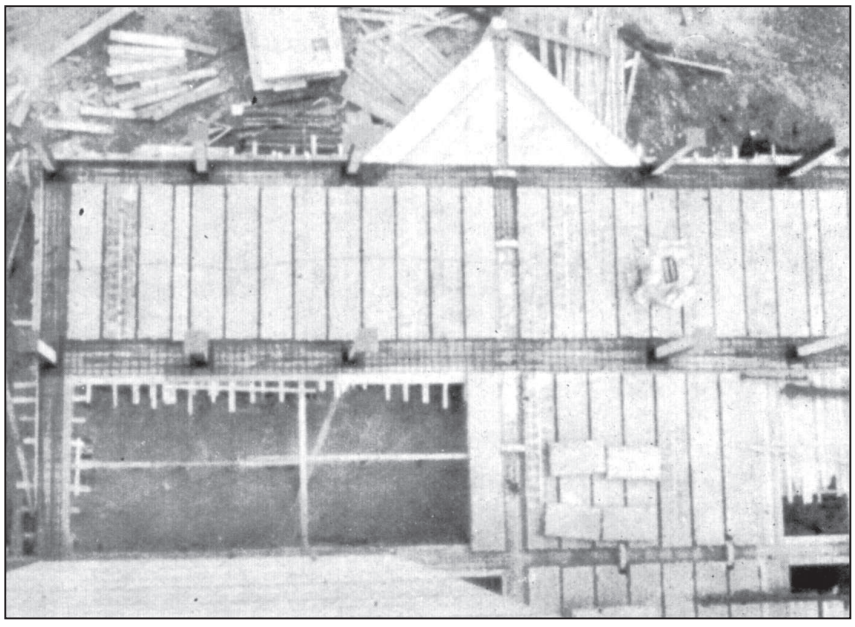


Fig. 33 – La struttura di un piano tipo: si noti il balcone prefabbricato a piè d'opera (vedi fig. 42)

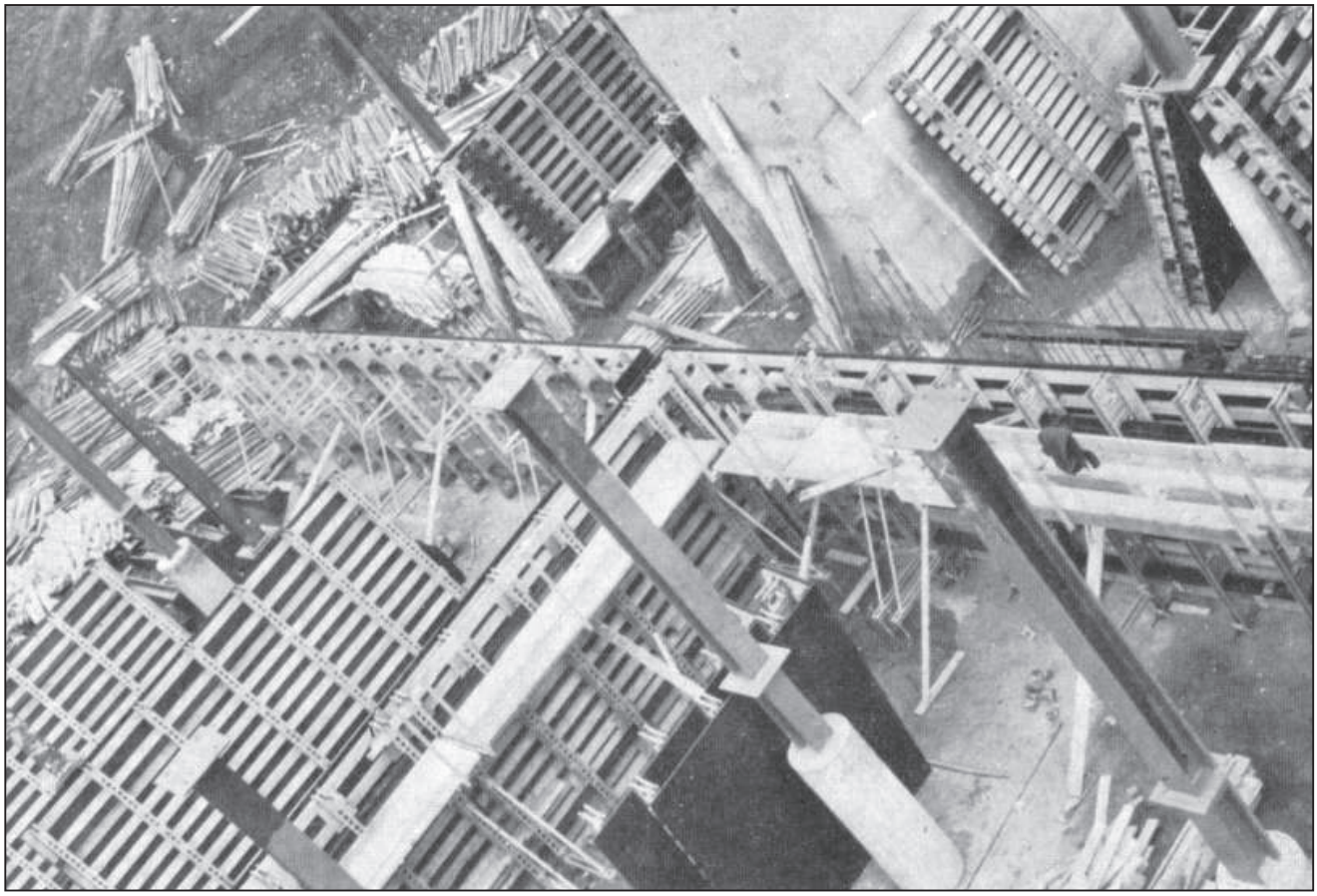


Fig. 34 – Una suggestiva immagine delle strutture portanti (vano scale - crociere pilastri)

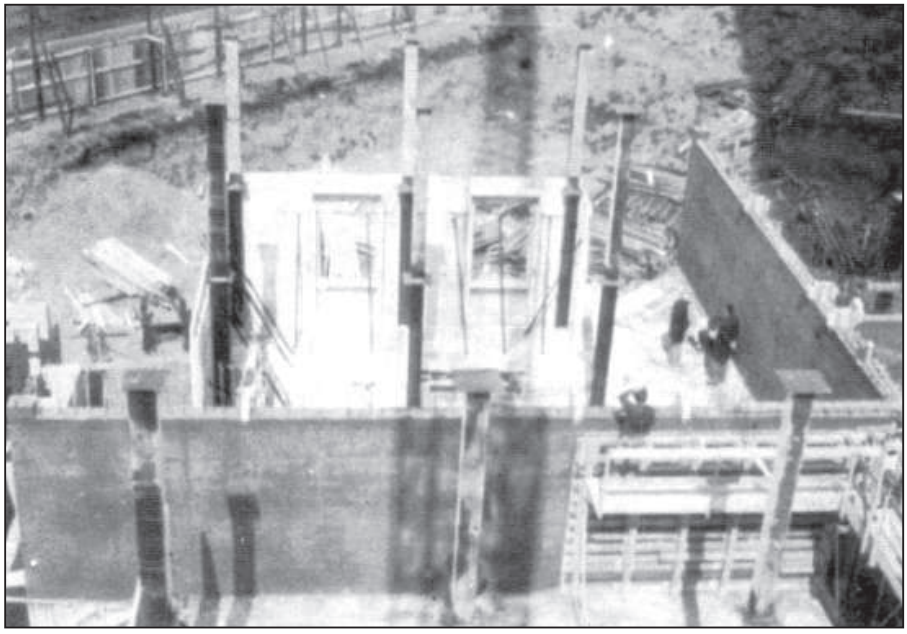


Fig. 35
Mentre la crociera sale viene ultimato tutto il piano

tario, comprese le pompe di sollevamento delle acque meteoriche).

Al fine di provvedere, in casi di emergenza (mancanza di erogazione di energia elettrica dalla rete urbana) al funzionamento dei servizi essenziali nell'edificio, è stato previsto un gruppo elettrogeno di 100 Kva in grado di alimentare:

– l'ascensore a tenuta di fumo per permettere una rapida evacuazione dalle torri, soprattutto dai piani alti;
– il quadro impianto idrico-sanitario e da qui i gruppi di sopraelevazione della pressione per garantire la funzionalità all'impianto antincendio e l'approvvigionamento idrico a tutti i piani;

– le pompe di sollevamento delle acque meteoriche per evitare allagamenti in caso di temporali;
– alcune illuminazioni comuni quali le cantine delle torri e la centrale termica.

L'impianto elettrico degli alloggi parte dal contatore posto nel locale al piano piloty e sale nell'apposito cavedio con un montante in p.v.c. rigido fino ad alimentare il relativo centralino dell'alloggio. L'impianto di messa a terra è stato eseguito al piano cantina di ogni edificio, ricavando dei pozzetti da 70 x 70 cm. e profondi 60 cm. dove sono alloggiati gli spandenti di terra.

Sul tetto delle torri sono installate 4 lampade di segnalazione a luce rossa comandate da un interruttore posto in guardiola.

L'altezza e il tipo sono conformi alle disposizioni del Min. della Aviazione civile.

La Società incaricata degli impianti è la R.E.S. di Basilio & Minoia. Piazza Torre Velasca n. 5.

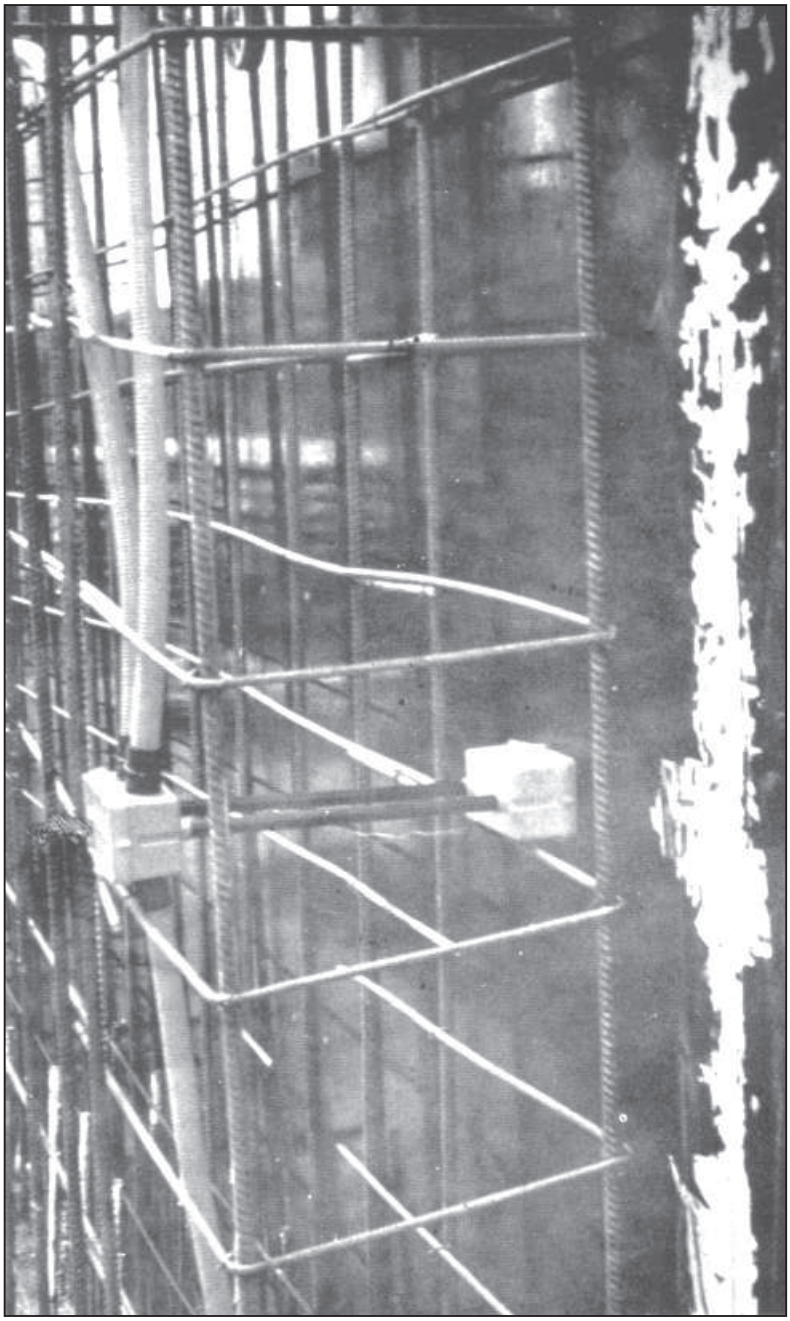


Fig. 36
I cavi elettrici annegati nella struttura

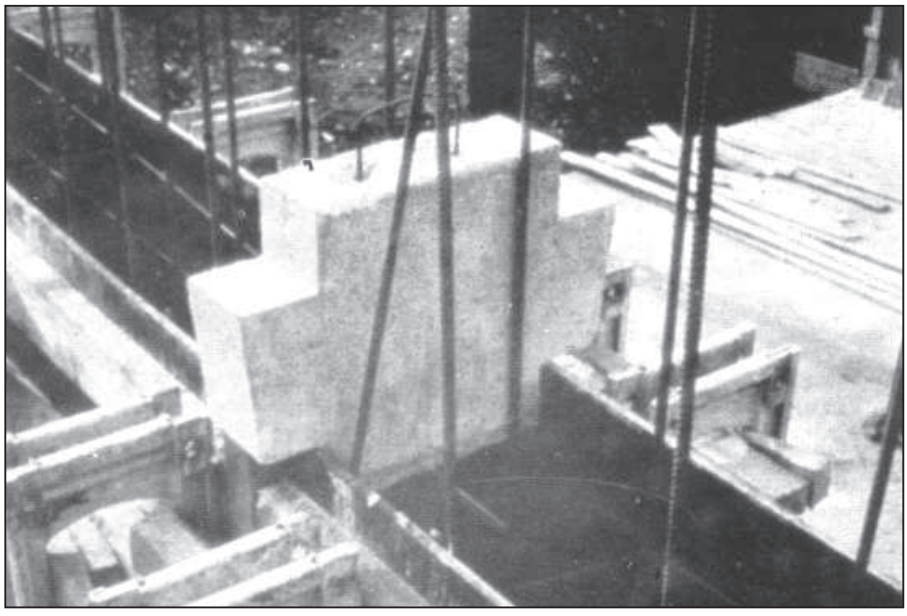


Fig. 37 – Un distanziatore in cls. della cassaforma A-Z

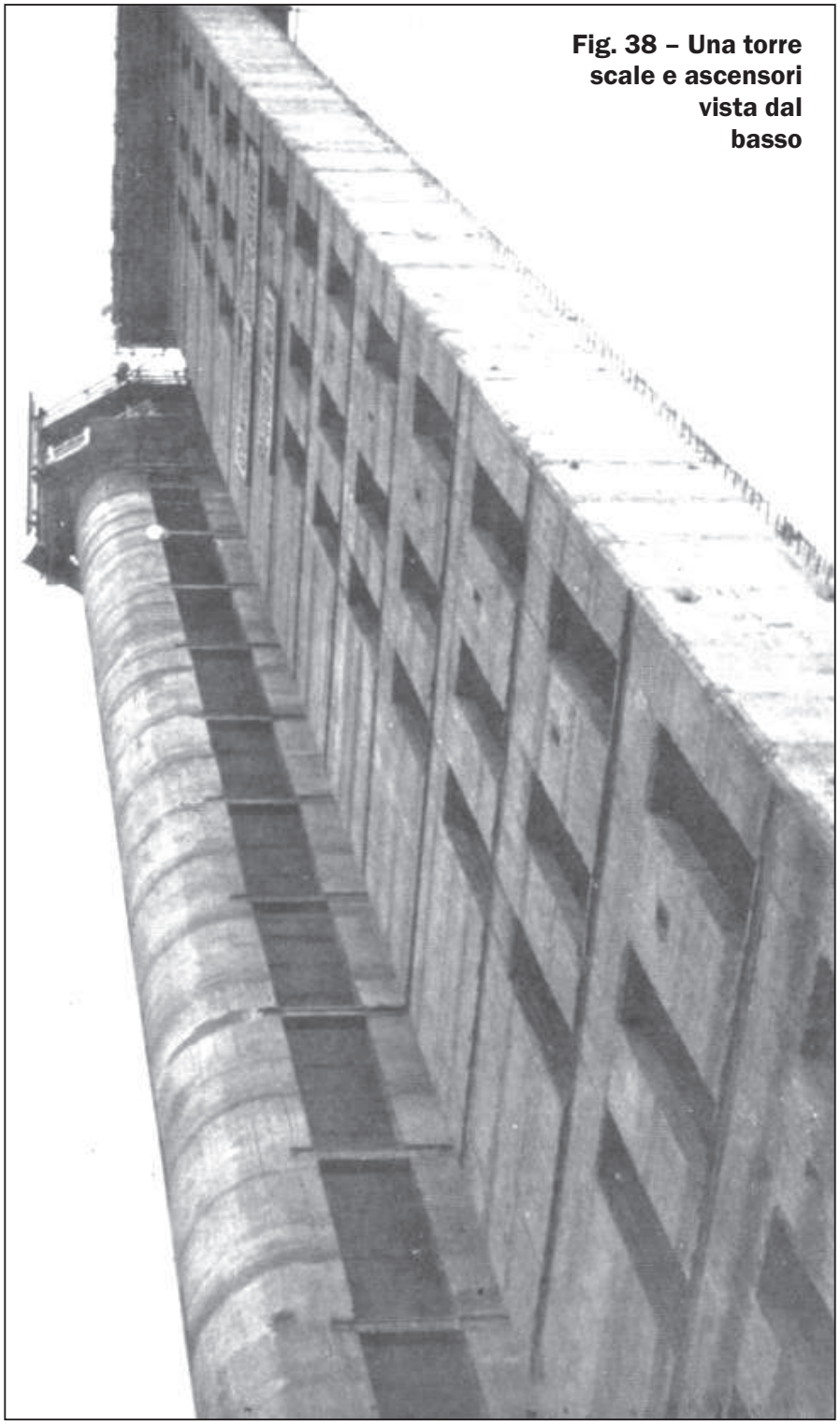


Fig. 38 – Una torre scale e ascensori vista dal basso

Il cantiere

L'impianto del cantiere

L'impostazione data alla soluzione del problema ha tenuto conto soprattutto dei tempi e dei costi ed anche se la progettazione poteva indicare soluzioni integrali di prefabbricazione o di industrializzazione, la soluzione tecnica ottimale di realizzazione portò all'impiego di prefabbricazione parziale e di industrializzazione di alcune parti della costruzione.

Si è arrivati, così, ad impostare un cantiere in cui alcune strutture verticali in cls., da lasciare a vista, si sono realizzate con casseforme rampanti, mentre altre, con casseforme in acciaio, di tipo particolare che descriveremo in seguito. Parallelamente allo sviluppo di questi elementi la realizzazione del resto del fabbricato avveniva con il montaggio in opera degli elementi metallici già predisposti in officina e con l'impiego di pannelli prefabbricati di facciata.

Prima di descrivere il ciclo di lavorazione del cantiere esponiamo brevemente il motivo delle scelte per le varie parti componenti il fabbricato.

Abbiamo già visto, precedentemente, come alcune scelte fossero state imposte in sede progettuale da vincoli esterni, come ad es. la scomposizione dei solai in più elementi o la pilastratura in acciaio per ridurre gli ingombri.

Anche dal punto di vista del cantiere la soluzione a piastra unica per quadrante portava a maggiori costi, per via della limitata industrializzazione dell'elemento.

Per le torri della scala e per le mu-

Fig. 39
La tromba delle scale vista dall'interno

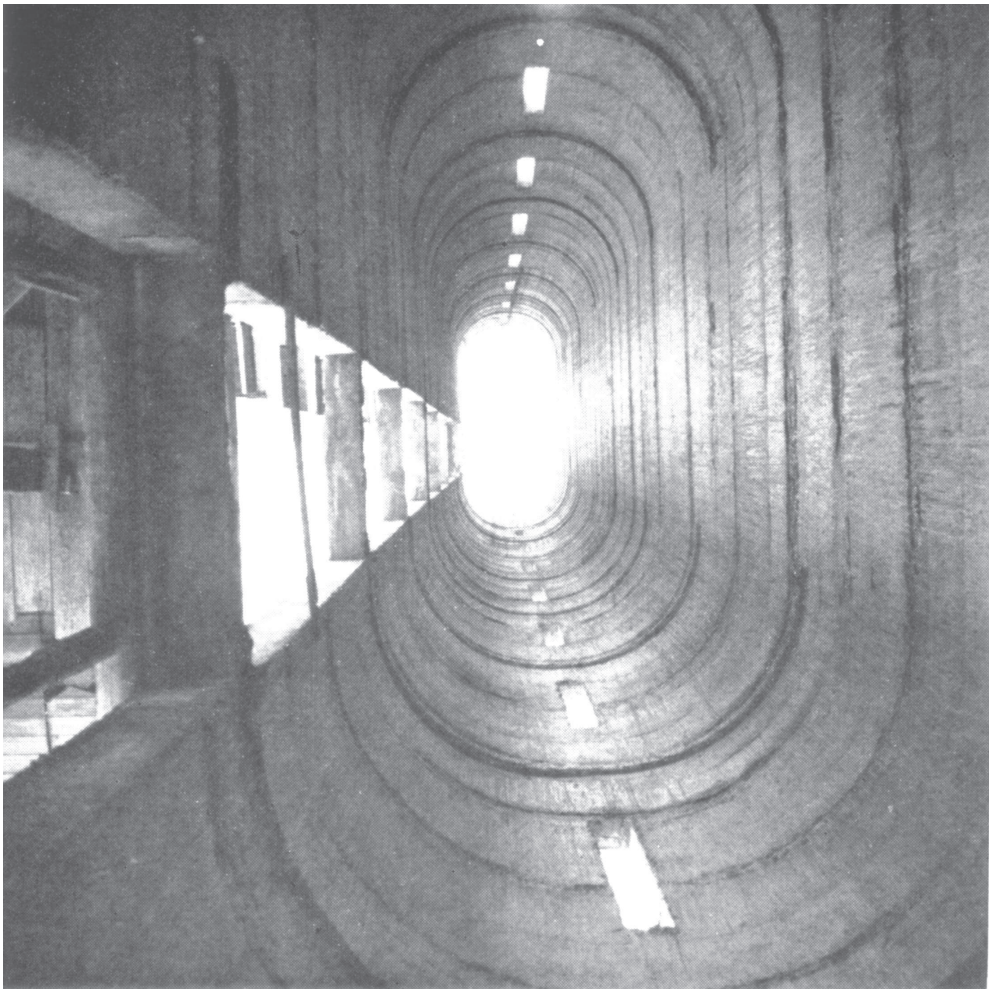
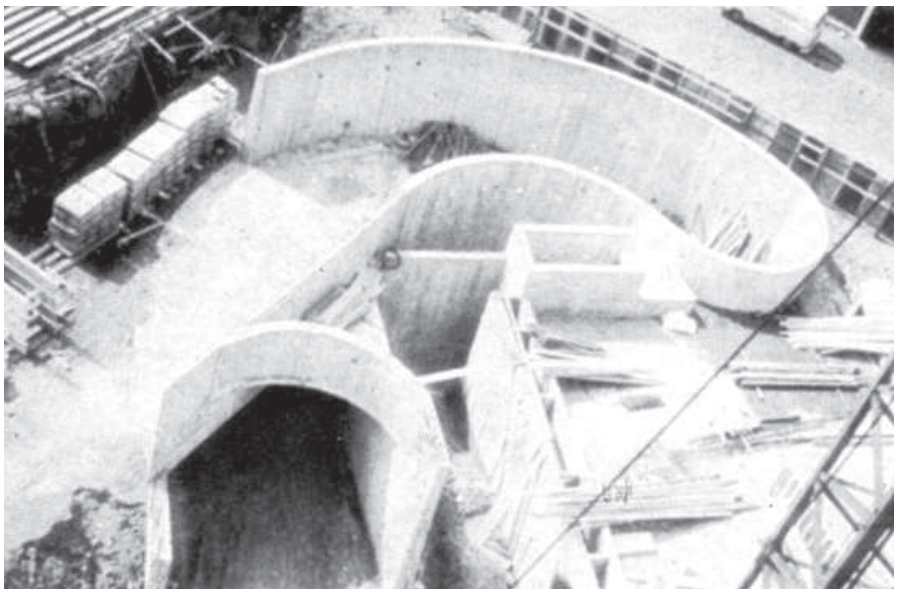


Fig. 40 - Una rampa di accesso ai box



rature portanti dei vani ascensori veniva esaminata la possibilità di realizzazione con casseratura normale in legname o con casseratura preassemblata di tipo speciale adottata, poi, per i muri di crociera interni. A queste due soluzioni veniva contrapposta quella del cassero rampante che risultava, come costo, forse non inferiore alle due altre soluzioni, ma presentava vantaggi oltre che per la finitura, essenzialmente, per il programma di esecuzione.

Per la finitura, il vantaggio era la riduzione dei fuori piombo, la limitazione dei vespai di ghiaia, mentre per quanto riguarda il programma, il fatto di non avere problemi di spostamento (come nell'altro caso di casseratura) permetteva un maggior sviluppo del cantiere che prevedeva, per i tempi di attuazione, la massima parte di elementi eseguiti fuori opera. Così – mentre il cantiere procedeva alla realizzazione delle altre parti del

Fig. 41 - Pannelli di facciata, accatastati

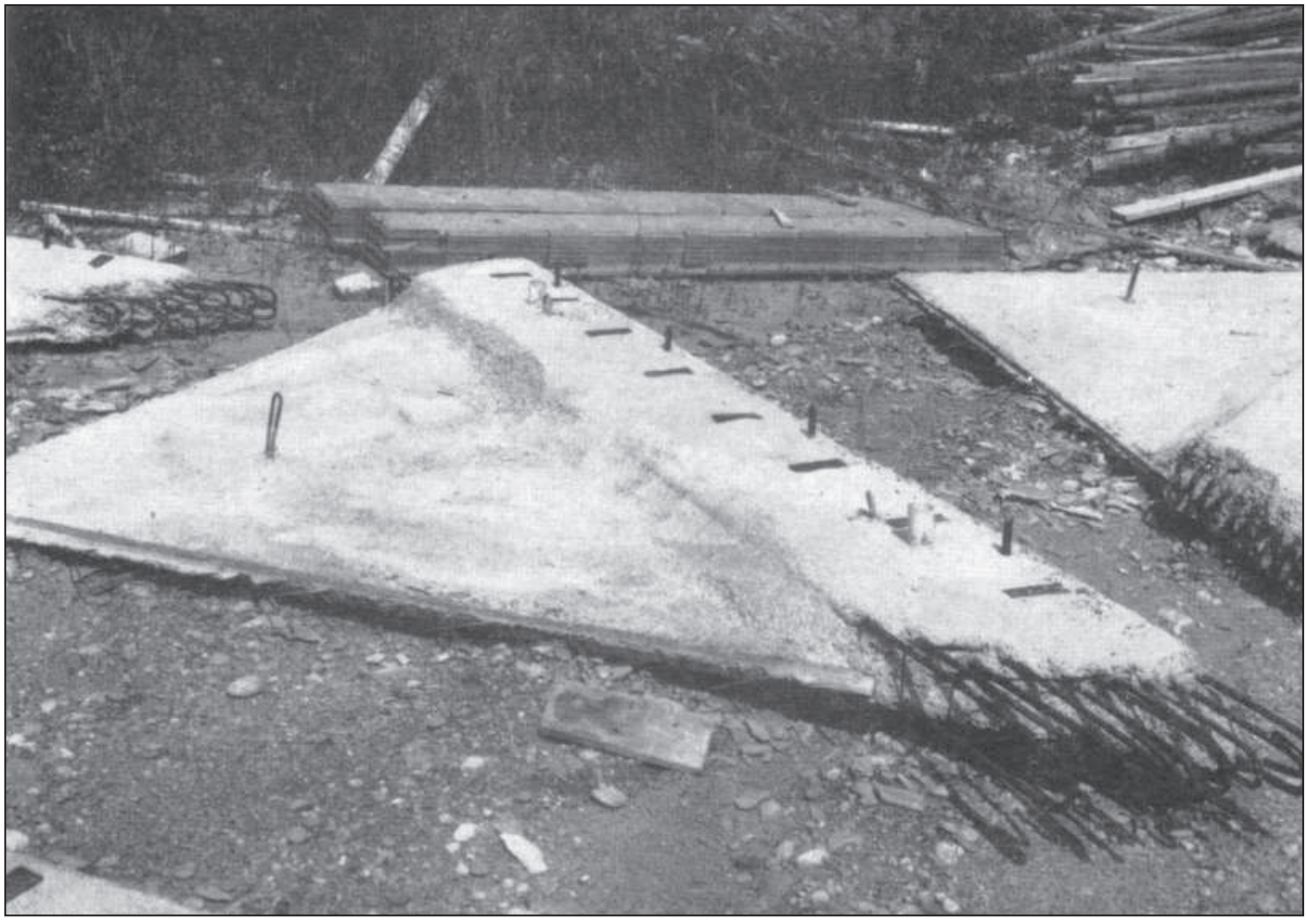


Fig. 42 I balconi prefabbricati a piè d'opera

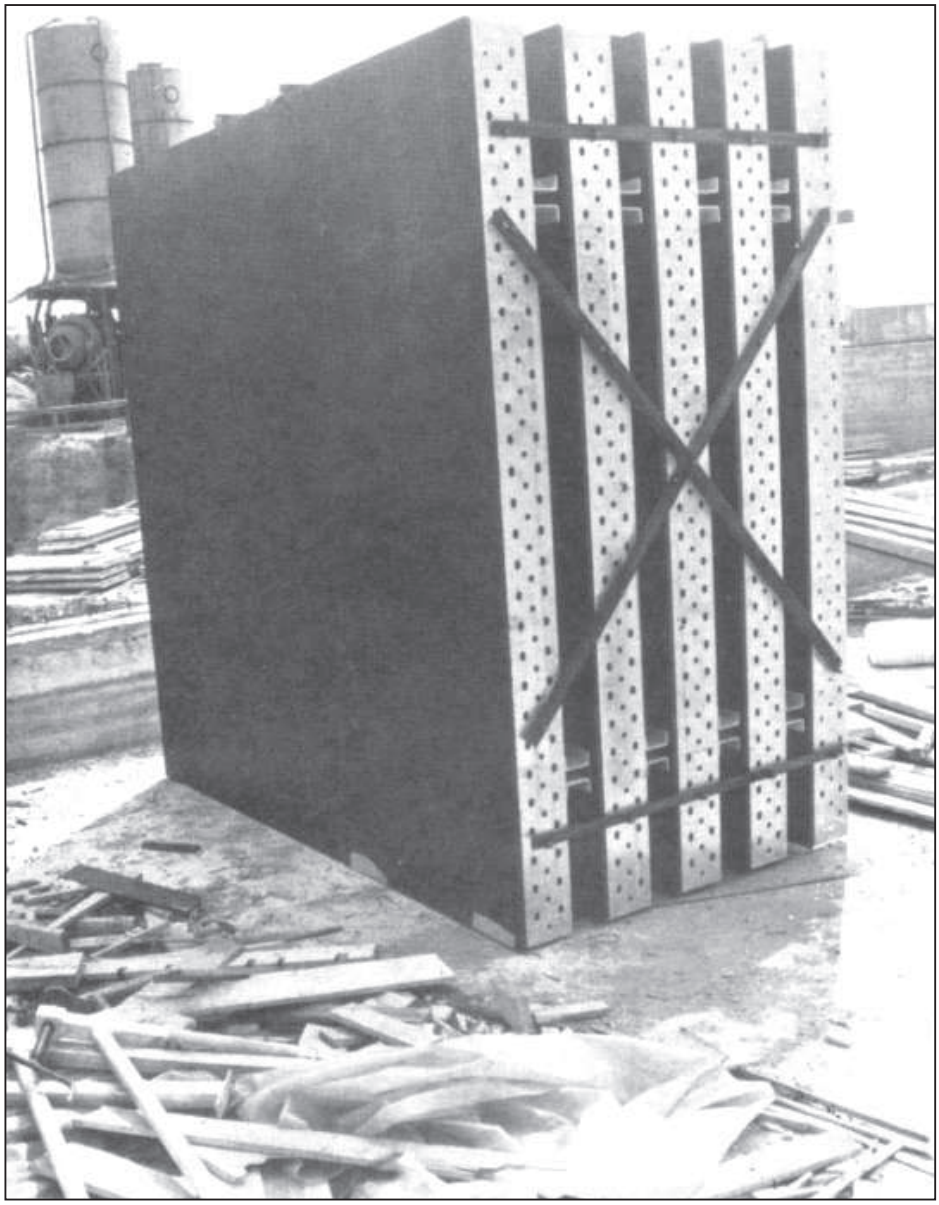


Fig. 43
Pannelli delle casseforme A-Z

fabbricato ed a piè d'opera si predisponevano gli elementi prefabbricati complementari, balconi e rampe scale – il cassero rampante procedeva per conto suo non impegnando attrezzature di cantiere, salvo che pochi interventi della gru per il getto con un numero limitato di persone.

Il cassero rampante aveva una verniciatura a base di acciaio inossidabile laminato molecolare (inox/SSES) che ha permesso di migliorare notevolmente la finitura evitando le inevitabili irregolarità al disarmo (scorrimento della cassaforma). Ovviamente l'uso di disarmante è impedito dalla presenza delle armature in ferro.

La cassaforma rampante è stata costruita e noleggiata (con la centralina e i martinetti) dalla SICEA. La cassaforma era attrezzata con ponte di servizio interno ed esterno. La previsione era di 3 m. al giorno di esecuzione che si rivelarono, poi, nella realtà, inferiori ai 2 m. per giorno lavorativo su 8 ore di lavoro di cui 3 per il getto e posa in opera dell'acciaio e il resto per pulizia, trasporti, ecc. Si avevano, in media, due sollevamenti al giorno ed ogni 3 sollevamenti avveniva la posa del ferro. Il valore della produzione è di gran lunga inferiore a quello che, in genere, si realizza nella costruzione delle pile dei ponti dove i quattro-cin-

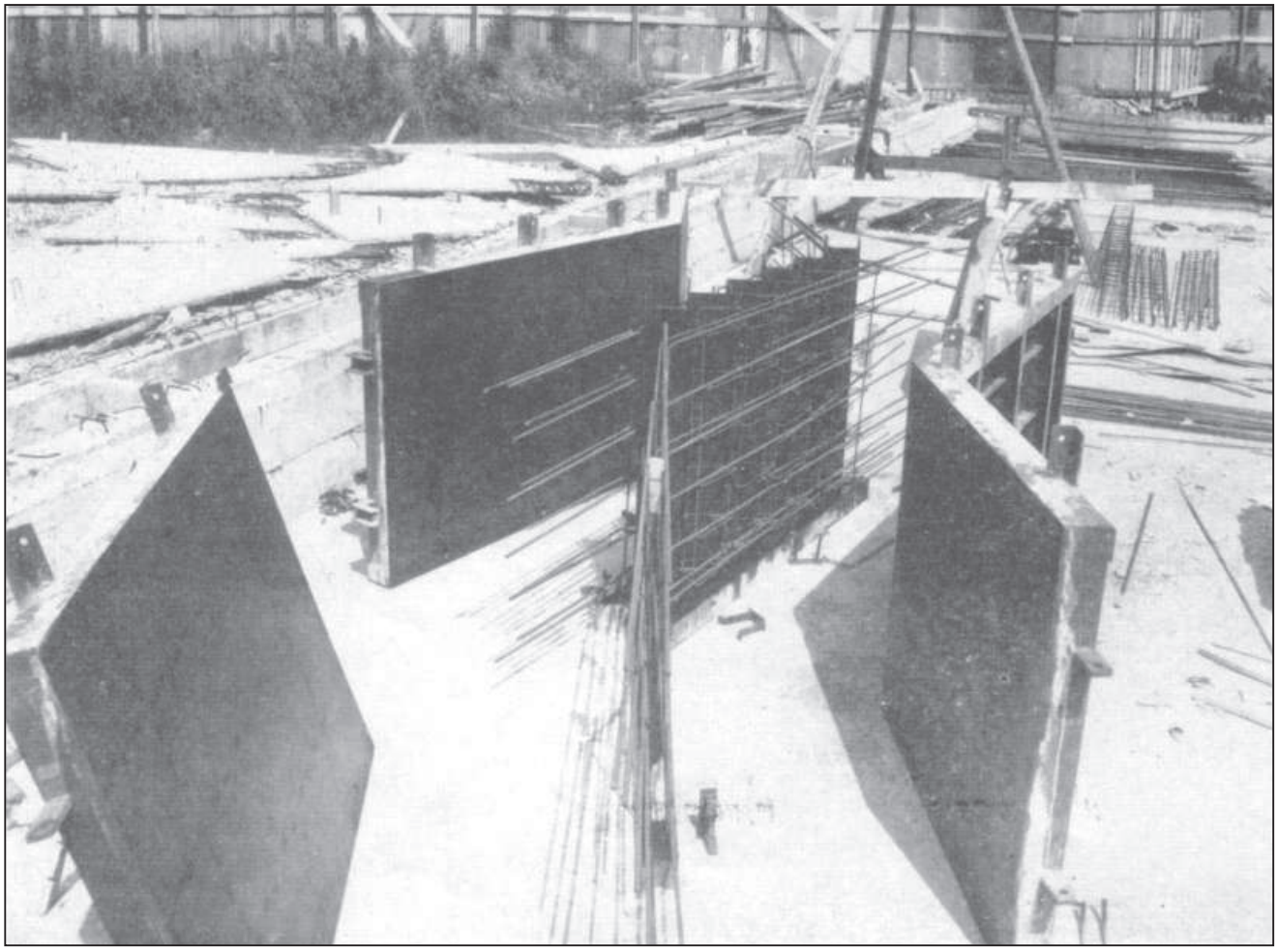


Fig. 44 – L'armatura e le casseforme delle rampe scala prefabbricate a piè d'opera

que metri al giorno possono anche raggiungere in estate, con turni di 24 ore, i 7 m. al giorno.

In questo tipo di applicazione il raddoppio dei tempi è dovuto alle riservazioni da lasciare, alla cura particolare da porre nell'esecuzione dei getti ed al periodo in cui è stato eseguito (mesi invernali).

Nella esecuzione di questi elementi, infatti, venivano lasciate le riservazioni per i passaggi delle porte, per l'aggancio dei solai e l'inserimento degli elementi prefabbricati.

Per l'esecuzione delle altre murature in cls. fuori terra si è ricorsi all'impiego della casseratura preassemblata tipo AZ, che normalmente è abbastanza onerosa come costo di approvvigionamento nel caso di forme particolari e con limitati reimpieghi, ma concorrenziale nel caso di grandi pareti e con numero di reimpieghi superiore a 30. Essa è poi, in particolare, molto vantaggiosa richiedendo un basso numero di ore per mq., per la posa in opera, il disarmo e la pulizia (0,20-0,30 ore/mq.). Di questa cassaforma ne sono stati predisposti elementi sufficienti a realizzare con un suo getto l'altezza di 1 piano e, anche se nel complesso i reimpieghi erano previsti inferiori a quelli possibili, si è avuto però un notevole risparmio di tempo e di personale. Questo tipo di cassaforma ha una lamina interna di «Doplan» (compensato impregnato di resina fenolica e trattato superficialmente) che permette il reimpiego di 100 volte prima della sostituzione. Nel nostro caso gli impieghi sono stati complessivamente 38 e con modifiche per gli ultimi piani.

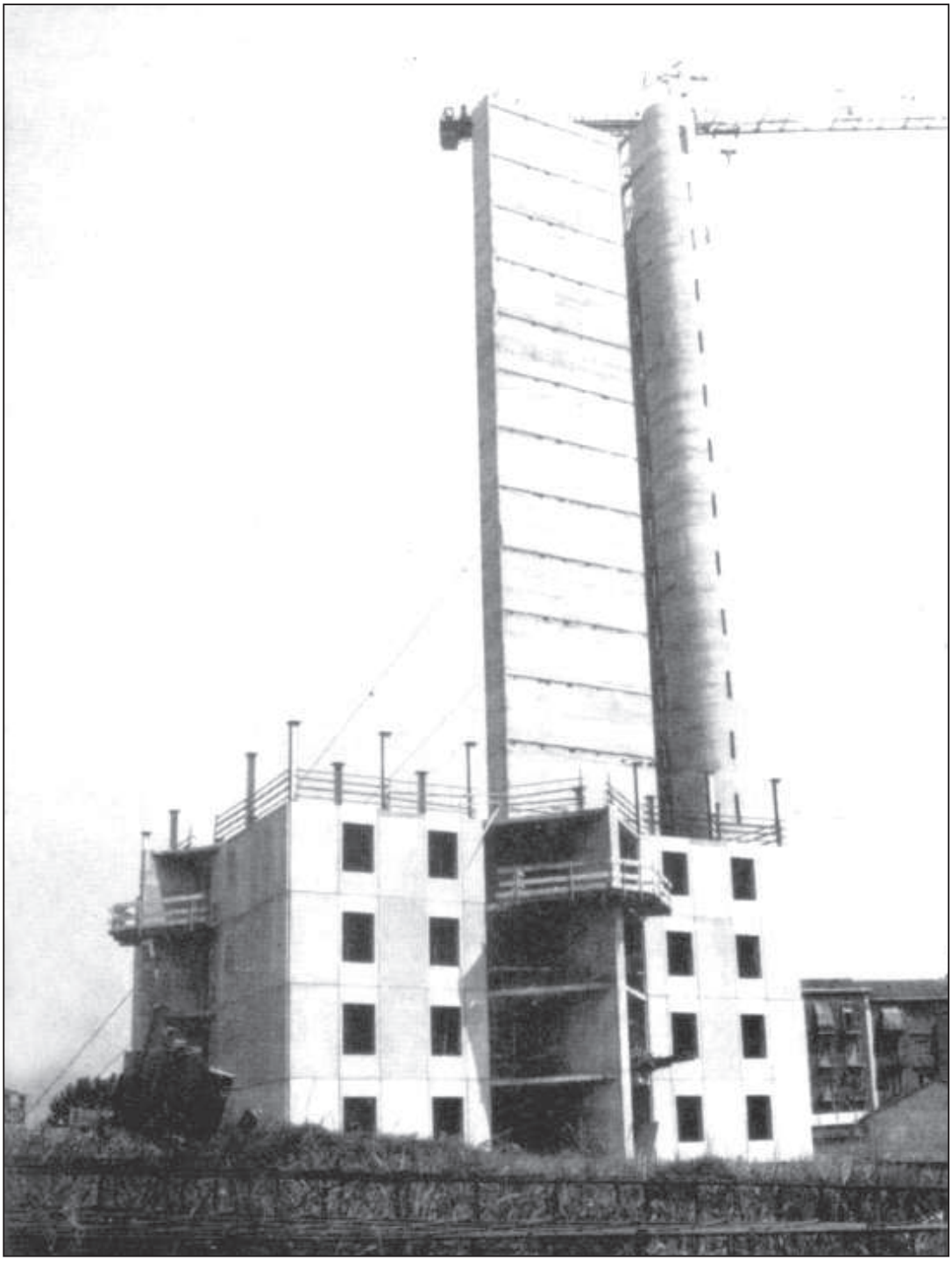


Fig. 45
Una torre in elevazione

Per i solai l'impiego dei pannelli prefabbricati in laterizio in alternativa ad altri sistemi costruttivi è stato determinato, oltreché dai motivi già detti in precedenza, anche dalla scarsa disponibilità di spazio che impediva l'impiego di molte persone e dalla riduzione dei tempi di esecuzione. La posa dei solai richiedeva mezza giornata, compreso l'aggancio al calcestruzzo esistente, e in due giornate poteva essere completata la soletta con l'armatura delle travi eseguita a piè d'opera poi montata e saldata, col montaggio dei balconi, prefabbricati a piè d'opera e col getto integrativo.

Gli elementi prefabbricati per i balconcini sopra citati venivano realizzati in cantiere e posati contemporaneamente ai pannelli in laterizio. La scelta di questi elementi, dello spessore di 4 cm. con incorporata, sul bordo, la trave in c.a., è stata consi-

gliata dalla possibilità di avere l'estradosso finito senza necessità di intonachi e con una maggior comodità nell'esecuzione del rustico eliminando la variabilità dei travetti in laterizio.

Nello studio degli orizzontamenti era stata presa pure in considerazione la realizzazione con travi tipo Rep che, a parità di tempo, erano di maggior costo.

L'impiego della pannellatura di facciata, oltre che dai motivi già visti nella descrizione progettuale, è stata determinata dalla necessità di ridurre i tempi, e anche i costi, evitando il ponteggio esterno obbligatorio per motivi di sicurezza. Il pannello veniva così realizzato in modo da permetterne l'impiego nella soluzione più logica, e cioè posandolo man mano che la struttura saliva.

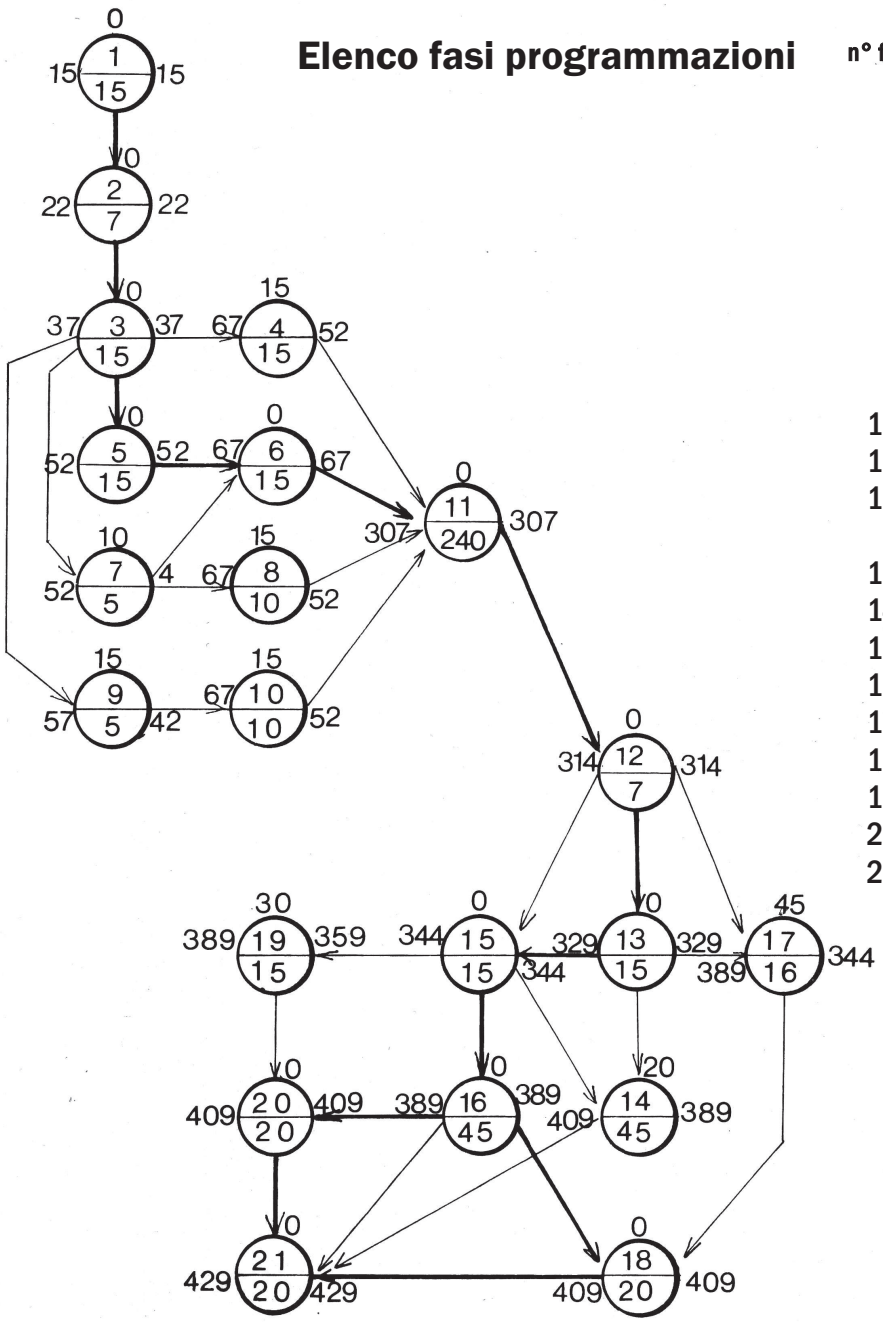
A questo punto veniva spontaneo dare al pannello, oltre che funzione di protezione, anche la funzione di casseratura delle travi di bordo.

Ovviamente il pannello, in corrispondenza delle aperture, è stato previsto attrezzato per l'inserimento del serramento. Il montaggio di questo veniva rimandato a pannelli già posati ed a rustico eseguito. In questo modo il cantiere permette anche l'esecuzione degli impianti e il completamento del rustico interno.

Considerazioni sulla possibilità di prefabbricare i tramezzi interni relativamente alla entità dell'intervento hanno messo in evidenza che questo non raggiungeva ancora il limite al di sopra del quale la prefabbricazione riesce ad essere concorrenziale rispetto ai sistemi tradizionali; inoltre l'adozione del sistema ipotizzato avrebbe comportato l'inconveniente, agli effetti dell'organizzazione di cantiere, di dover introdurre un altro operatore.

L'impostazione dei cantiere può essere così riassunta:
– iniziati gli scavi di una torre viene allestito il cantiere con le attrezzature principali, baracche, gru, centrali di betonaggio, banchi di lavorazione, ecc.;
– viene quindi eseguita la parte interrata di fondazione della 1ª torre, mentre si effettuano gli scavi della 2ª e inizia il lavoro della cassaforma rampante per gli elementi della 1ª torre;
– eseguiti i primi solai sulle strutture interrate, si inizia la posa delle colonne in acciaio che vengono posate per un'altezza di due piani;
– contemporaneamente viene eseguito il muro della crociera;
– si posano gli elementi di tamponamento perimetrali e si realizza l'orizzontamento che, una volta gettato, permette di ripetere il ciclo per il piano superiore;
– la seconda torre, intanto, inizia lo stesso procedimento con uno sfalsamento tale che permette]'impiego della cassaforma rampante che ha ultimato la 1ª torre e analogamente consente l'impiego della cassaforma AZ per i muri di crociera alternativamente con la 1ª torre.

Altre osservazioni particolari possono essere fatte a riguardo della gru, che viene impiegata con continuità per tutta la giornata e che raziona il lavoro giornaliero; tuttavia l'impiego di due gru, oltre a creare problemi di funzionalità, porterebbe ad un cattivo utilizzo delle stesse e quindi a maggiori costi. Ovviamente si è cercato di elevare, ai piani, la maggior parte di materiali da impiegare; il completamento del lavoro, però, rende anche necessario l'impiego di due torri di servizio in carpenteria di tubi Innocenti per l'ammanimento degli ultimi materiali di finitura.



Elenco fasi programmazioni

n° fase	descrizione
1	progetto preliminare
2	approvazione committenza
3	progetto comunale architettura, 1
4	progetto comunale architettura, 2
5	progetto comunale strutture, 1
6	progetto comunale strutture, 2
7	progetto comunale imp. fluidi, 1
8	progetto comunale imp. fluidi, 2
9	progetto comunale imp. elettrici, 1
10	progetto comunale imp. elettrici, 2
11	concessione licenza edilizia
12	verifica progetto di massima per inizio esecutivo
13	progetto esecutivo strutture, 1
14	progetto esecutivo strutture, 2
15	progetto esecutivo architettura, 1
16	progetto esecutivo architettura, 2
17	progetto esecutivo imp. fluidi, 1
18	progetto esecutivo imp. fluidi, 2
19	progetto esecutivo imp. elettrici, 1
20	progetto esecutivo imp. elettrici, 2
21	computi metrici

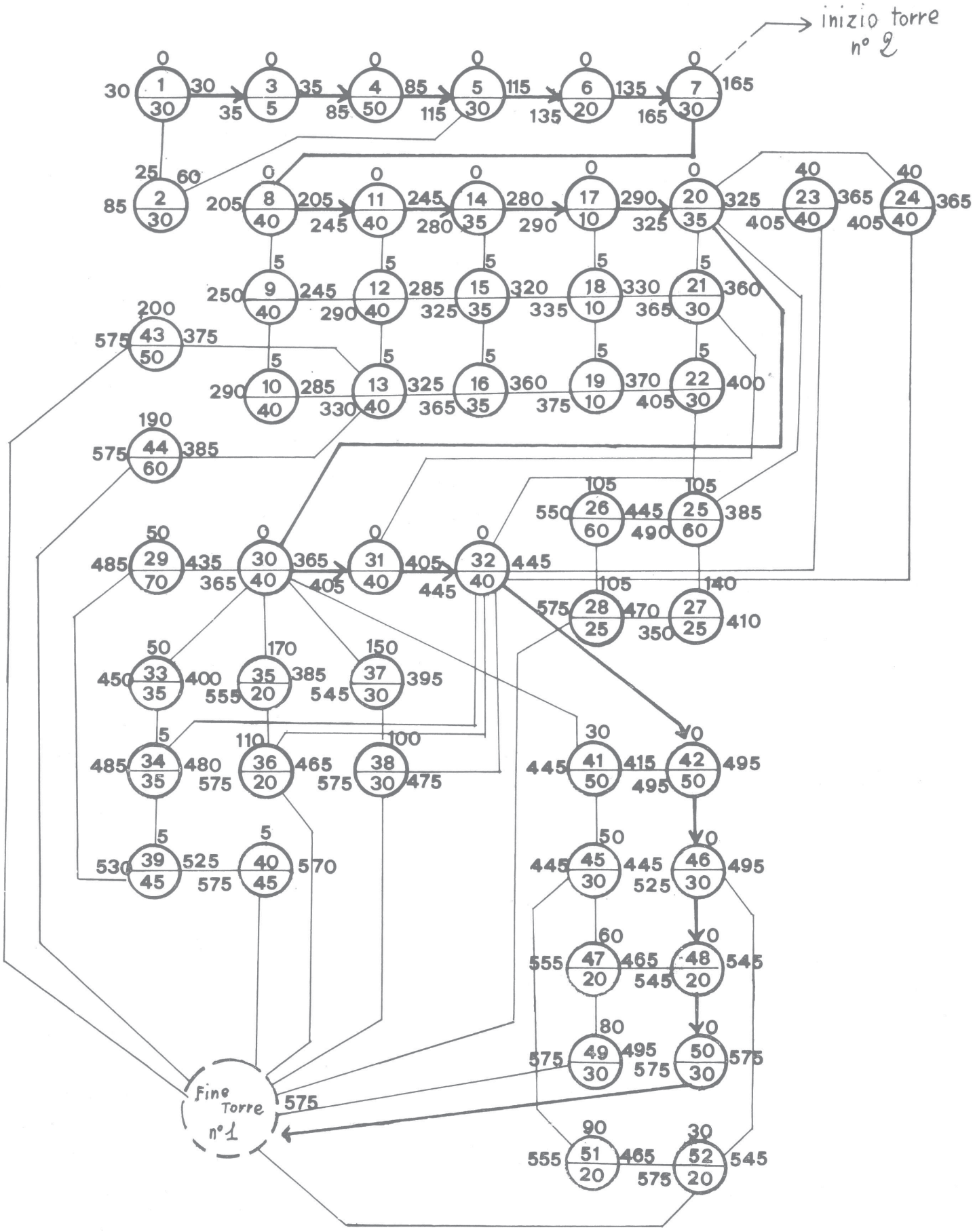
La programmazione

Dalle esperienze precedentemente effettuate era emerso che un tipo di intervento come quello svolto dalla SERTEC in questa occasione non poteva prescindere da una programmazione di tipo Pertiano, relativa non solo alla impostazione del cantiere ed alla costruzione dei fabbricati, ma estesa a monte, sin dal progetto di massima, progetto comunale fino alla realizzazione dei progetti esecutivi.

Si può pertanto parlare di due programmi separati, anche se consequenziali tra loro. Il primo relativo alla progettazione che prevedeva la durata di 7 mesi, il secondo relativo alla realizzazione delle due torri che prevedeva, per l'intera realizzazione, la durata di 24 mesi. Il programma è stato in linea di massima rispettato, salvo un ritardo di due mesi nella fornitura dell'acciaio.

Questo imprevedibile ritardo, dovuto a cause di forza maggiore, ha portato ad uno slittamento dei programmi difficilmente ricuperabile.

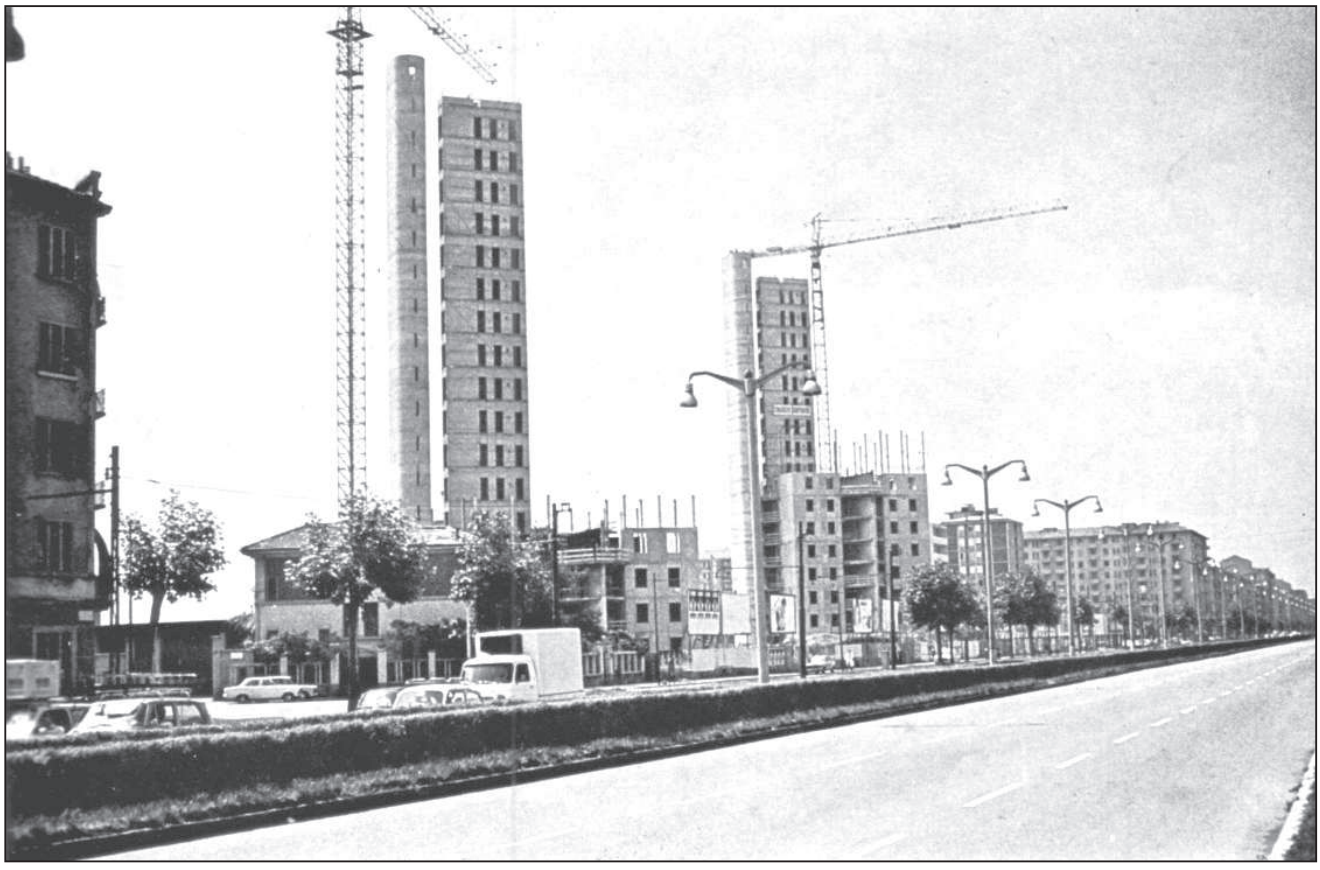
L'impostazione del cantiere ha permesso la realizzazione di una soletta alla settimana, all'incirca, e cioè della realizzazione del rustico di un piano.


inizio torre n° 2
Fine Torre n°1

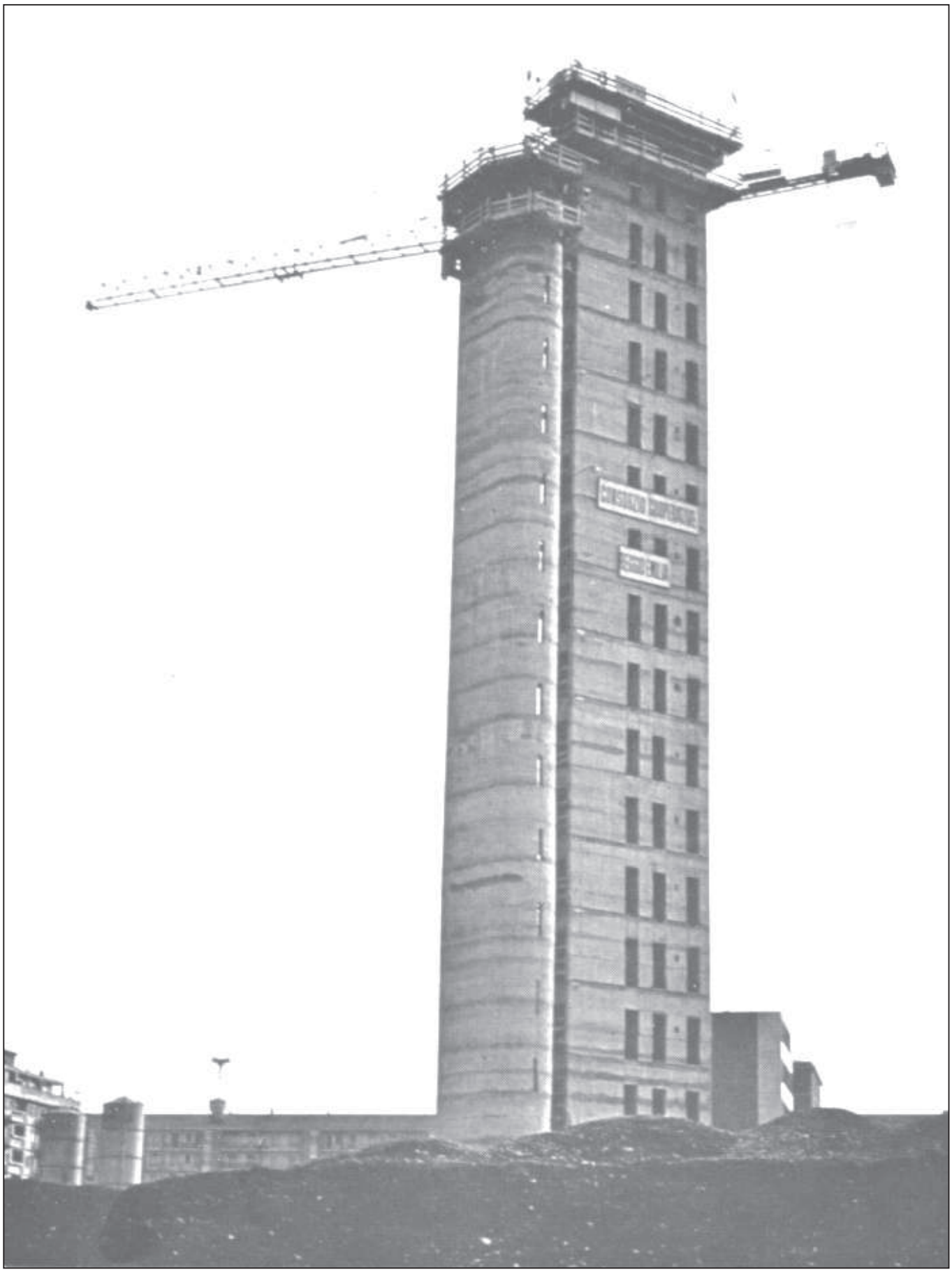
n° fase	descrizione
1	impianto di cantiere, 1
2	impianto di cantiere, 2
3	tracciamenti
4	scavi
5	fondazioni
6	muri cantinato e pilastri cantine
7	struttura vano scala e ascensori
8	struttura in c.a. crociera e pilastri, 1
9	struttura in c.a. crociera e pilastri, 2
10	struttura in c.a. crociera e pilastri, 3
11	solai, 1
12	solai, 2
13	solai, 3
14	pannelli di tamp. est. prefabbricati, 1
15	pannelli di tamp. est. prefabbricati, 2
16	pannelli di tamp. est. prefabbricati, 3
17	colonne montanti impianti, 1
18	colonne montanti impianti, 2
19	colonne montanti impianti, 3
20	tavolati interni, 1
21	tavolati interni, 2
22	tavolati interni, 3
23	impianti fluidi
24	impianti elettrici
25	posa controtelai serramenti interni, 1
26	posa controtelai serramenti interni, 2

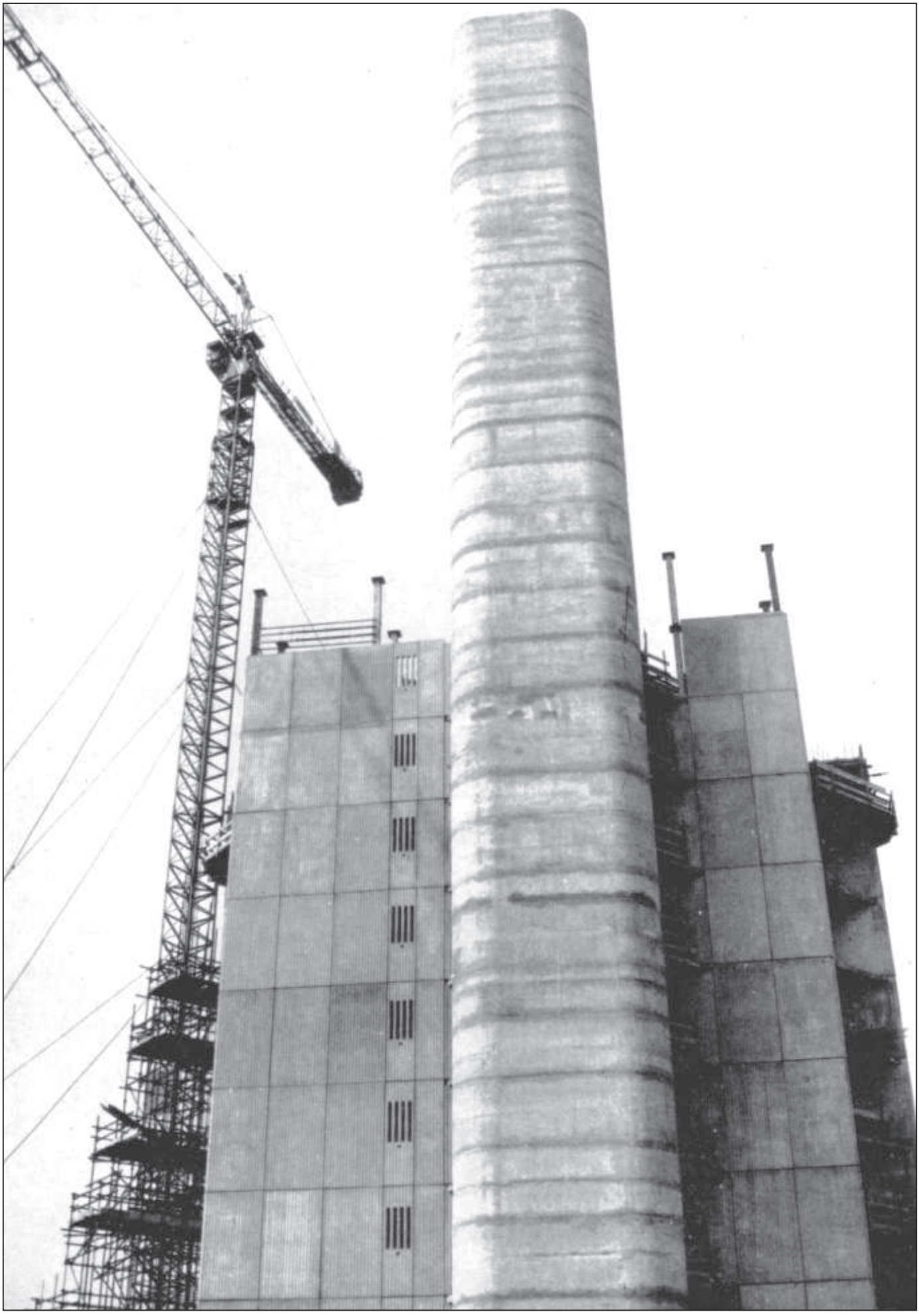
n° fase	descrizione
27	posa porte interne, 1
28	posa porte interne, 2
29	pavimenti marmo ingresso e scale
30	rasature gesso e intonaci, 1
31	rasature gesso e intonaci, 2
32	rasature gesso e intonaci, 3
33	pavimenti in marmo, 1
34	pavimenti in marmo, 2
35	pavimenti in legno, 1
36	pavimenti in legno, 2
37	pavimenti in ceramica, 1
38	pavimenti in ceramica, 2
39	lucidatura marmi, 1
40	lucidatura marmi, 2
41	rivestimenti interni, 1
42	rivestimenti interni, 2
43	impianto ascensori
44	impermeabilizzazione ed opere da lattoniere
45	posa serramenti esterni alluminio, 1
46	posa serramenti esterni alluminio, 2
47	posa tapparelle, 1
48	posa tapparelle, 2
49	tinteggiature e verniciature, 1
50	tinteggiature e verniciature, 2
51	posa vetri, 1
52	posa vetri, 2

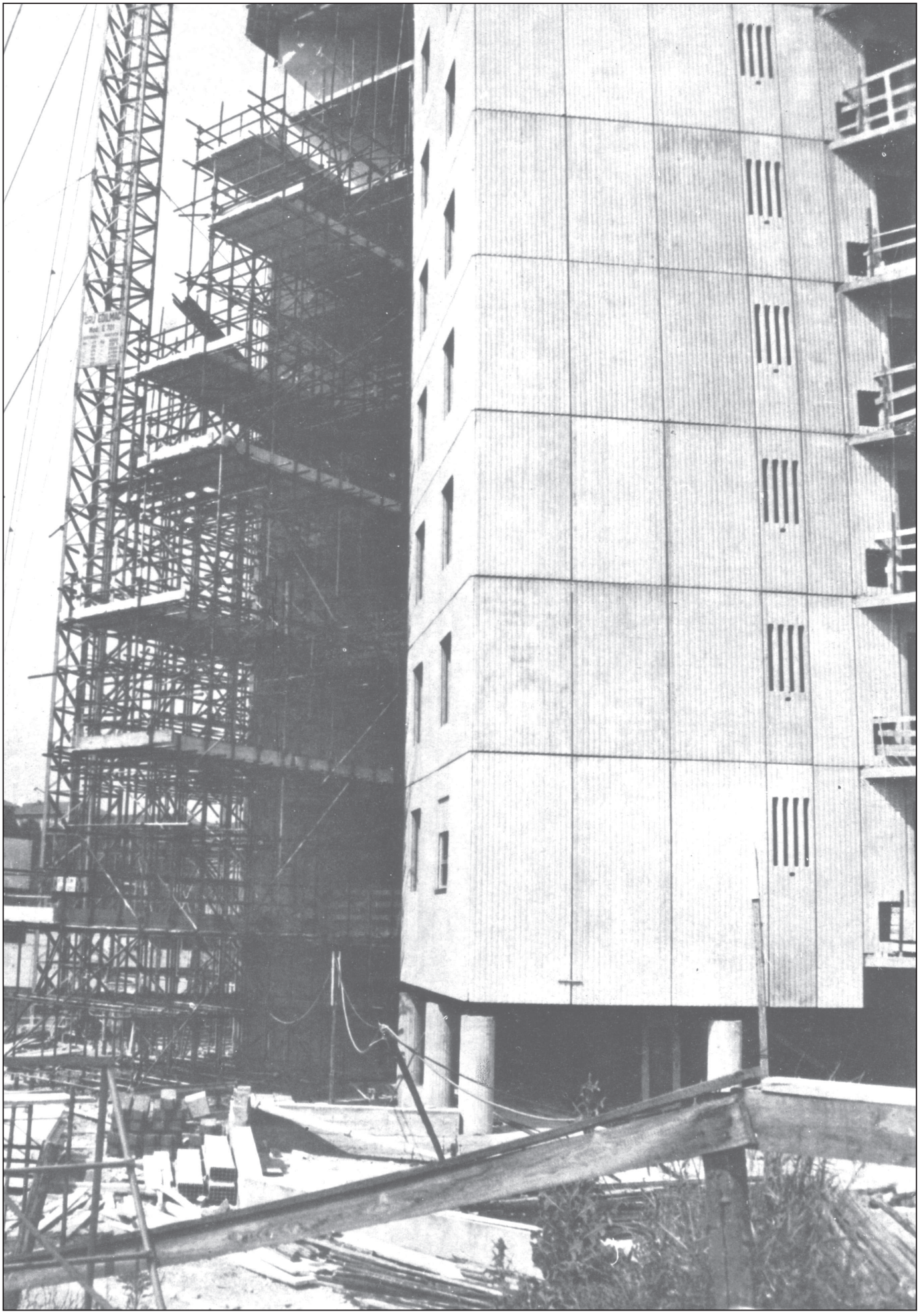
Fig. 46 – Le torri in costruzione viste da Viale Fulvio Testi

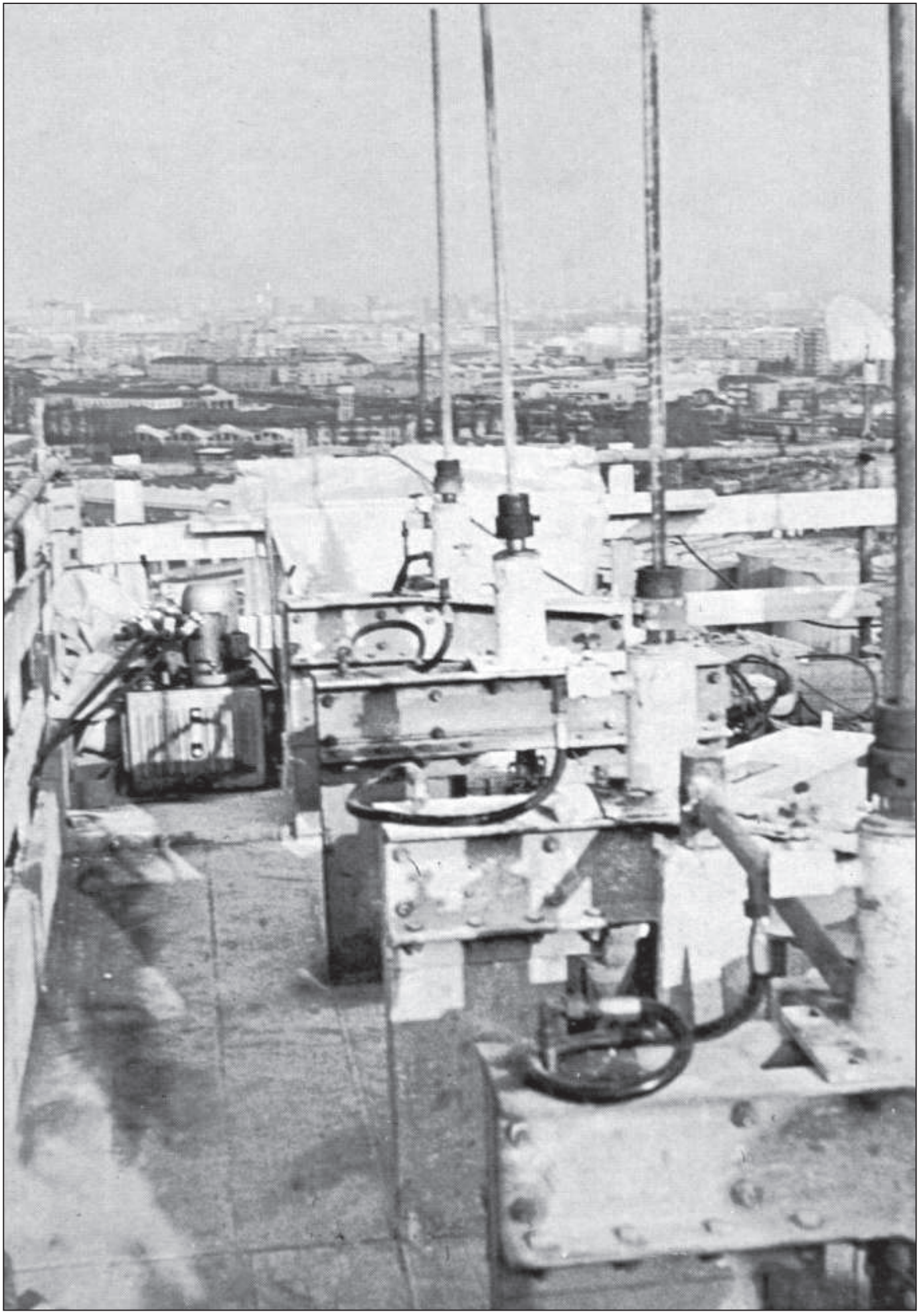


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA









Le torri di Viale Fulvio Testi 100-110 a Milano